

2.ARMAMENTO

2.1

Tendencias y nuevas tecnologías en el desarrollo de armamento portátil

Por el Coronel (R) DIM "VGM" Juan Carlos Villanueva*

ABSTRACT

Los avances tecnológicos observados en los últimos años en los grandes sistemas de armas y los enormes presupuestos asignados para ambiciosos proyectos en ese campo, descuidaron la modernización de las armas livianas, las que presentan actualmente debilidades en su capacidad básica: la letalidad. Sin embargo, la proliferación de conflictos de baja intensidad (Guerras proxy, Religiosas, terrorismo global, grupos separatistas, etc.) y la decisiva contribución que en ellos tienen las pequeñas fracciones para el éxito integral de las campañas militares, ha motivado una revalorización de las armas portátiles y una revisión integral de las capacidades que requieren los combatientes. En el presente trabajo describimos algunas de las tendencias observadas y los principales proyectos que se desarrollan en este campo de interés.

OBJETIVO Y ALCANCE DEL TRABAJO

El objetivo del presente trabajo es presentar las tendencias, innovaciones tecnológicas y proyectos relacionados con el armamento portátil. Los temas desarrollados abarcan las armas que, por definición y empleo específico, forman parte del equipamiento básico del soldado en el ítem de la "letalidad". Por razones de extensión, no se incluyen desarrollos o proyectos en relación con los sistemas ópticos y opto-electrónicos de puntería.

CONTENIDO DEL TRABAJO

Vigencia de las armas portátiles – Principales proyectos y tendencias observadas: Armas de puño, fusiles de asalto, armas de apoyo de fuego de tiro directo, morteros – Nuevas tecnologías aplicadas – Patentes – Mercado – Consideraciones finales.

INTRODUCCIÓN

“El material de Guerra ha tenido en los últimos 30 años, cambios mucho más grandes que en los anteriores 100 años, desde la introducción de la pólvora para armas. Las armas de ataque o defensa son cada vez más numerosas, complicadas y vastamente eficientes. La ciencia del manejo de las armas, requiere de los oficiales cada vez más conocimientos y esfuerzos, para que el conductor

*entienda a fondo los importantes y poderosos instrumentos que tiene a su cargo y disposición, para el mejor cumplimiento de su misión, cuando sea necesario*¹.

“ORDNANCE AND GUNNERY”. Ormond M. LISSAK. Libro de texto para formación de cadetes de WEST POINT MILITARY ACADEMY (1915).

La notable vigencia del párrafo anterior escrito hace más de 100 años, es motivador para quienes hacemos seguimiento de las nuevas tecnologías desarrolladas y empleadas en los sistemas de armas para la Defensa.

Conocer y entender cómo evolucionarán los Sistemas de Defensa en un futuro cercano es un tema que preocupa a todos aquellos que tienen la obligación de resolver, con visión prospectiva, la manera en que los recursos económicos del presupuesto que el Estado destina a la Defensa Nacional, son aplicados racionalmente en orden al cumplimiento de los objetivos fijados.

Cuando analizamos los sistemas de armas que serán empleados en el futuro, normalmente quedamos impresionados por la evolución en el desarrollo de los grandes sistemas misilísticos con niveles de precisión y alcance impensados, aeronaves con performance supersónica que los hace invisibles a los sistemas de defensa aérea tradicionales, la incidencia de los sistemas satelitales para proporcionar información precisa y oportuna a los elementos de comando, así como el empleo masivo de Drones que incorporan hoy la capacidad letal y en misiones de lo que suele denominarse *Reconnaissance Strike*².

Más allá de los gastos propios del sostenimiento operacional de los ejércitos, empezamos a familiarizarnos con términos tales como: *Kinetic Energy Weapons* (KEW), *Direct Energy Weapons* (DEW), *Hypervelocity Projectile* (HVP), Cañón Electromagnético (Railgun), Armas de Pulso Electromagnético (EPW), etc.

No resulta difícil concluir, entonces, que la brecha tecnológica que se abre entre los países que disponen de estos sistemas y los que no, coloca a estos últimos en una situación de enorme desventaja y vulnerabilidad, al carecer de capacidades específicas para la Defensa relativamente equivalentes para cumplir eficientemente su misión en caso de un conflicto.

Cuando se realiza Vigilancia Tecnológica en el ámbito del armamento, normalmente se tiende a priorizar los proyectos relacionados con las capacidades propias de los **grandes sistemas y plataformas**, como buques, aviones, blindados o sistemas misilísticos de largo alcance. Por lo expresado en el párrafo anterior, su necesidad es insoslayable.

Sin embargo, el aporte tecnológico aplicado a la obtención de nuevas capacidades que multipliquen el poder de combate de las fuerzas debe alcanzar también a las pequeñas fracciones e incluso al soldado individual, especialmente en lo concerniente a su letalidad y protección.

Lo expresado se fundamenta en que los innumerables conflictos vividos en los últimos 30 años muestran que el mundo ha experimentado un incremento exponencial de lo que suelen denominarse “Guerras Proxy”, “Guerras Híbridas”, etc. En este tipo de guerra el objetivo son los enclaves poblados y el combate se produce generalmente dentro de ellos, ya que las partes buscan su mimetismo con la población civil, de manera tal de balancear su menor poder de combate relativo. Las guerras de Irak y Afganistán, así como el combate contra el DAESH o el conflicto de

1 LISSAK Ormond (1915). WEST POINT MILITARY ACADEMY. “ORDNANCE AND GUNNERY”: Libro de texto para formación de cadetes.

2 Reconnaissance Strike: Se denomina así a un nuevo concepto en etapa de desarrollo, que tiende a reunir en una misma organización, las capacidades de reconocimiento, exploración, adquisición y acción letal sobre blancos de interés, todo ello enmarcado en un entorno de batalla completamente integrado. Ejemplos de este concepto son el masivo empleo de sofisticadas plataformas comandadas a distancia, como los UAV Predator equipados con misiles Hellfire, o las experiencias obtenidas del empleo de drones en combate, durante el conflicto Rusia/Ucrania..

Siria, Franja de Gaza o el Líbano, han mostrado que este tipo de guerra requiere a las pequeñas fracciones en el terreno, con gran participación del soldado “a pie”. De esa manera, el enfrentamiento se produce en las distancias cortas, siendo las **armas portátiles** las herramientas de combate más empleadas.

Las grandes potencias que, con el advenimiento del siglo XXI, se concentraron en proyectos de “Soldado Futuro” cuya implementación total llevaría varias décadas, al verse involucradas en estos nuevos escenarios de conflicto, debieron rápidamente adaptarse para combatir de una manera que se suponía era parte del pasado, implementando medidas urgentes de transición.

El devastador triunfo por parte de la Coalición liderada por los Estados Unidos en la operación “Tormenta del Desierto” (1991), sobre el poderoso Ejército Iraquí que con sus 4.000 blindados constituía la cuarta Fuerza Blindada más poderosa del mundo, hizo pensar que, para un rápido triunfo sobre el adversario, solo era necesario conjugar adecuadamente: Moderna tecnología – Organización – Doctrina de empleo. Y que, en ese marco, para obtener un triunfo seguro y con escasas bajas, las Fuerzas Terrestres sólo tenían que disponer de los “Grandes Sistemas de Armas”. (Blindados – Helicópteros – Artillería con munición guiada – Misiles).

Pero no fue así, al punto que, producido el conflicto, las fuerzas en condiciones de inferioridad, convierten los grandes centros poblados en su nuevo escenario de combate, obligando necesariamente a las fuerzas terrestres a desembarcar y hacer su tarea “metro por metro”.

Un interesante artículo publicado en 2015 en National Defense Magazine titulado “*US Military Losing edge on small arms*” (Jim Schatz), expresa que desde la Segunda Guerra Mundial, los Estados Unidos han perdido en combate una docena de tripulantes de tanque, mientras que en el mismo período han muerto unos 60.000 soldados, como resultado de enfrentamientos en los cuales los protagonistas fueron las “pequeñas armas”³. Sin embargo, el aporte tecnológico y los presupuestos, no han estado orientados a proporcionar al combatiente individual las mejores herramientas que garanticen su eficiencia y su supervivencia en combate.

Un caso emblemático para los Estados Unidos es la batalla de Wannat - “*Combat Outpost Kahler*”⁴ (Afganistán 2008) en la que nueve soldados murieron y 27 resultaron heridos, al quedar inoperables sus armas portátiles por sobrecalentamiento. Las fallas que presentan las carabinas M4 por sobrecalentamiento resultado del fuego sostenido, son bien conocidas y debatidas. Este y otros casos mostraron que, en la actualidad, las “grandes batallas” se componen de una cantidad de pequeños enfrentamientos por la conquista de determinado bastión o enclave fuerte del enemigo, en los cuales se pelea más con armas portátiles que con grandes plataformas Aéreas, navales, submarinas o misiles ICBM.

Para fundamentar un poco más lo expresado, en la figura 1 podemos observar un interesante gráfico que muestra cómo desde la Primera Guerra Mundial hasta la fecha, ha ido disminuyendo el tamaño del **elemento de combate con influencia crítica en la batalla pero, a la vez, se ha incrementado el área de operación de la pequeña unidad táctica**⁵.

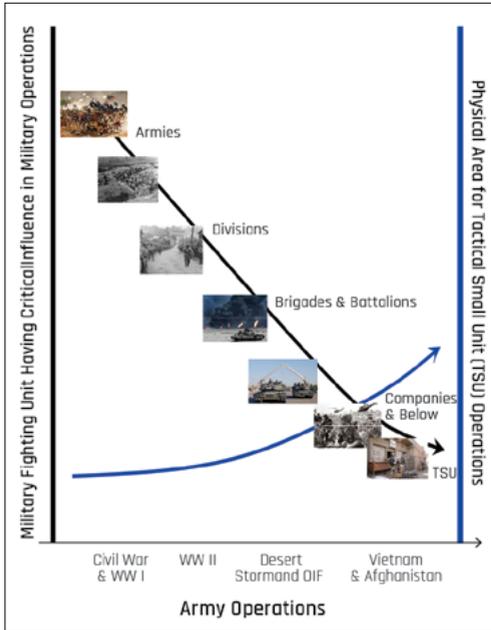
La desatención por las capacidades del soldado individual, que es quien lleva la mayor carga de combate y ofrenda de vidas, se viene objetando desde hace tiempo, al punto que en el congreso de Estados Unidos se llevaron adelante acaloradas discusiones por un tema aparentemente “tan menor”, como la vigencia del calibre 5.56mm del soldado de infantería y su escasa efec-

3 Schatz Jim. National Defense Magazine. (2015). “US Military Losing edge on small arms”.

4 Dillegge Dave (2010). “The battle of Wannat Study”. Recuperado de <http://smallwarsjournal.com/blog/the-battle-of-wanat-study>

5 Dr Marilyn Freeman. (2011). “Providing Technology Enabled capabilities to soldiers and tactical small units”. Presentation at the 2011 AUSA LW winter symposium and Exposition. Fort Lauderdale. Florida. February 23, 2011.

FIGURA 1: "DISMINUCIÓN DEL TAMAÑO DEL ELEMENTO DE COMBATE CON INFLUENCIA CRÍTICA EN LA BATALLA - INCREMENTO DEL ÁREA DE OPERACIÓN DE LA PEQUEÑA UNIDAD TÁCTICA".



tividad demostrada en Irak y Afganistán. Por ello, los países líderes se han visto obligados a asignar presupuestos y poner el foco nuevamente en la realización de proyectos destinados a mejorar las prestaciones de sistemas de armas portátiles, incluso hasta en los menores niveles, como podría ser el fusil básico de infantería o el arma de puño.

Un viejo lema común en la mayoría de los Ejércitos, expresa que, en las operaciones militares de combate, los mejores amigos del soldado son sus armas personales y su equipo básico de protección, ya que su supervivencia depende en gran parte de ellos.

Pero nos preguntamos hoy: ¿De qué manera ese soldado combatirá y sobrevivirá hoy y en el campo de batalla futuro? ¿Qué herramientas necesita el combatiente para enfrentar un oponente que, aún con menos tecnología, conoce el terreno y emplea técnicas de combate que potencian sus no tan modernas pero igualmente letales herramientas? ¿Cómo se aprovecha la información provista por los combatientes, para realimentar el proceso de desarrollo y obtención de los medios necesarios?

Contribuye en parte a responder esas preguntas la metodología empleada por países como Estados Unidos, Gran Bretaña y otros, basado en las denominadas "Lessons Learned". Implementado en Estados Unidos a partir de 1985, consiste en una **metodología sistemática e integral**, que tiene el objetivo de Planificar, Reunir, Analizar, Publicar, Distribuir y Archivar las experiencias de los combatientes que participan en operaciones militares. Las mismas son los relatos, comentarios, críticas u observaciones, generalmente escritas por los mismos usuarios, de todas las jerarquías y desplegados en el frente de combate, quienes expresan crudamente sus experiencias sobre aspectos de organización, doctrina, reglas de empuñamiento y aspectos logísticos, así como las bondades o defectos de los diferentes sistemas que se emplean, lo cual resulta en una valiosa contribución al proceso de mejora continua que toda organización debe realizar.

LA VIGENCIA DE LAS ARMAS PORTÁTILES A LA LUZ DE LOS NUEVOS ESCENARIOS DE CONFLICTO

Por lo expresado en el punto anterior, el combate de fracciones de nivel Sección y Grupo de Tiradores, plantea verdaderos desafíos. Como mencionamos, gran parte de los enfrentamientos se desarrollan en el rango de acción de las pequeñas fracciones que terminan operando de manera semiindependiente y que requieren entonces, de una manera poco habitual, tener su propia capacidad letal para hacer frente a amenazas de diversa índole. Cada vez más, es necesario disponer en forma orgánica, de mayor poder de fuego de armas automáticas y de tiro curvo, a las mayores distancias.

Y esto ha puesto de manifiesto la vigencia de las armas básicas de la menor fracción: el fusil de asalto, las ametralladoras livianas y de propósito general, los fusiles de tirador destacado y de

Sniper, los morteros livianos, las armas antitanque de hombro y hasta la modesta pistola, constituyen el bagaje mínimo de fuerza letal que cualquier Fuerza Armada debería disponer.

De esta manera, nos introducimos en el objetivo del presente trabajo, que es analizar los ámbitos principales del rubro “LETALIDAD” del combatiente individual, cuáles son las tendencias actuales y los principales proyectos que se observan.

PRINCIPALES PROYECTOS Y TENDENCIAS OBSERVADAS

A. El arma de puño (Handgun)

1. Consideraciones

Las armas de puño en el ámbito militar han sido tradicionalmente destinadas a la función defensiva de corta distancia. Normalmente provistas a tripulaciones y conductores de vehículos, servicios de pieza de armas de artillería, dotaciones de aeronaves, elementos de comunicaciones, elementos logísticos, etc. Se trata, en general, de armas que permanecen mucho tiempo en servicio activo y tener bajos niveles de empleo, desgaste y recambio. Desde la Primera Guerra Mundial, podríamos decir que las armas en servicio en la mayoría de los países, han sido las pistolas de acero, por lo general recamaradas en calibre 11.25x23mm y 9x19mm y se pueden mencionar como referentes en su tipo, las reconocidas Colt 1911, Browning GP 35 (FN) y Beretta 92 FS, provistas preferentemente en los países occidentales. Se observa, sin embargo, que los diferentes países comenzaron a evaluar el reemplazo de las armas de puño de dotación, debido a que en la mayoría de los casos, estas están provistas desde hace más de 40 años.⁶

A la luz de experiencias adquiridas en los conflictos en Irak y Afganistán, además del incremento de la participación de las Fuerzas Armadas en conflictos de baja intensidad e incluso en la lucha contra el narcotráfico y la delincuencia organizada, se observa que numerosos países, como puede ser el caso del Reino Unido o Estados Unidos, han avanzado en el reemplazo del arma de puño de dotación. Particularmente en el caso del British Army (Reino Unido), algunos hechos fatales ocurridos con soldados desplegados en Afganistán, incapaces de reaccionar rápida y eficazmente frente a una agresión a muy corta distancia por parte de enemigos mimetizados con la población civil, generó estudios que concluyeron en que el armamento personal provisto⁷, las tradicionales pistolas de simple acción y seguro manual, no permitían velocidad de reacción al ser atacados de improviso en situaciones de enfrentamiento urbano más del tipo “policial” que militar. Ello motivó a que luego de profundos estudios y rigurosos test de evaluación, en el 2016 el British Army⁸ adoptó como arma de puño de dotación la afamada pistola Glock 17 Gen 4. Podríamos decir que, para

FIGURA 2: PISTOLA GLOCK 17 GEN4 ADOPTADA POR EL BRITISH ARMY (2016).



⁶ En el caso de la república Argentina, la pistola Browning HP (Lic FN) está provista en sus FFAA y FFSS desde la década del 70 del siglo pasado.

⁷ La pistola Browning GP35 estuvo provista en el British Army por más de 40 años.

⁸ El British Army adoptó en 2016 la pistola Glock 17 en calibre 9mm como arma de dotación.

esta Fuerza, el arma de puño, pasa a formar parte del Kit de protección del soldado individual y una herramienta indispensable para su desempeño eficaz y supervivencia en combate, tal como puede ser su chaleco antibalas o casco.

2. Proyecto del US ARMY: Modular Handgun System (MHS).

Tomamos como referencia para desarrollar el caso del US ARMY que en el 2011 inició un programa para el reemplazo de su arma personal de dotación, denominado XM 17 – MHS (MODULAR HANDGUN SYSTEM). Este Ejército había adoptado en 1984 la pistola Beretta 92FS, que estuvo en servicio hasta el presente y participó en innumerables conflictos armados, por lo que ganó una inmejorable reputación.

El principal aspecto conceptual que se observa como tendencia es el de considerar a las armas portátiles como “plataformas modulares”, con una enorme flexibilidad para ser configuradas según la misión a cumplir o exigencias específicas del servicio. La incursión del polímero en la fabricación de ciertos componentes de las armas, que aportaron una considerable reducción (hasta en 30 por ciento) del peso total, con la ventaja adicional de simplificar procesos de fabricación y reducir significativamente los costos de piezas importantes como la empuñadura, son algunos de los fundamentos que dieron sustento técnico – operacional –logístico a éste proyecto.

Los **principales requerimientos técnicos** exigidos para la nueva pistola del US ARMY fueron⁹:

Almázen de polímero – Empuñadura ergonómica adaptable a diferentes medidas – Riel STD 1913 para colocar diferentes accesorios – Variedad de mecanismos de disparo – Dos versiones: estándar y compacta – Posibilidad de configurar a dos calibres- Cargadores con capacidad de 18 cartuchos – Sistema de disparo striker fired – Mecanismo de seguros externo - Posibilidad de adaptar silenciador – Cargadores de capacidad extendida – Sistema de puntería de alta visibilidad.

Las **principales exigencias operativas** requeridas y prescritas en el documento de referencia, sintéticamente fueron: Precisión mejorada – Confiabilidad – Rusticidad – Ergonomía – Seguridad. Cada una de estas exigencias, rigurosamente verificadas a través de un detallado protocolo de ensayos específicos que las mismas deben pasar.

Competieron en el proceso licitatorio 12 empresas de reconocida trayectoria y resultó adjudicataria la empresa SIG SAUER con su modelo P 320, de manera que superó a marcas prestigiadas como BERETTA, FN Herstal, COLT, GLOCK y SMITH & WESSON.

El contrato final es por un monto de 280 millones de dólares, por unas 300.000 pistolas en esta primera etapa, sobre un total posible de 500.000 unidades, que serán fabricadas en la filial estadounidense de la empresa SIG SAUER en New Hampshire.

Tal como lo expresa su fabricante SIG, “La P 320 es una pistola modular y adaptable: Diferentes opciones de tamaño, más ergonómica al disponer de *grips* intercambiables en la empuñadura, opciones de calibre sin cambiar corredera ni empuñadura, distintas opciones de mecanismo de disparo, entre otras ventajas”¹⁰.

Otra de las características de esta pistola es que dispone de un mecanismo de disparo de los denominados *Stiker fired*. Este sistema tiene la particularidad de carecer de marti-

⁹ Modular Handgun System (MHS). Recuperado de <http://www.businessinsider.com/heres-when-the-army-will-finally-field-its-new-modular-handgun-system-2017-7>

¹⁰ SIG SAUER HOME PAGE: Recuperado de <https://www.sigsauer.com/promotions/myp320-photo-video-contest/>

FIGURA 3: PISTOLA SIG SAUER P320 ADOPTADA POR EL US ARMY (2017)



los externos. Su principio de funcionamiento se basa en que al ser presionada la cola del disparador, la aguja percutora se desplaza hacia atrás solidariamente con el resorte del percutor, el que va acumulando así la energía potencial necesaria. Al llegar al final de su recorrido, el mecanismo de seguridad lo libera, lanzándolo violentamente contra la cápsula fulminante del cartucho e iniciándolo. Varios fabricantes emplean desde hace tiempo este tipo de sistemas que, en cierta medida, ha sido popularizado por la firma Glock, que patentó su desarrollo con el nombre de “Safe Action”¹¹. Su principal ventaja es que el arma se encuentra siempre en condiciones de efectuar el primer disparo, sin necesidad de realizar ninguna otra acción más que la presión sobre la cola del disparador.

3. Principales Tendencias observadas:

a. El empleo del polímero en las armas de puño: El uso de polímeros de altas prestaciones en armas portátiles¹² ha aportado varias soluciones muy interesantes. La primera de ellas es que ha permitido reducir en algunos casos hasta un 30 por ciento, el peso en las armas tradicionalmente de acero. La segunda solución aportada es que simplifica enormemente el proceso de fabricación al ser las piezas inyectadas. El polímero es destinado fundamentalmente a la fabricación del armazón¹³ y los cargadores, componentes que tienen menores exigencias que el cañón y corredera, desde el punto de vista mecánico y de la dinámica del disparo. La vinculación mecánica entre el armazón y el conjunto corredera cañón, se realiza mediante insertos de metales de altísimas propiedades, que cumplen acabadamente su función. En sus inicios, este aspecto era severamente cuestionado por los detractores del uso de componentes de polímero en armas. Luego de más de 25 años de empleo en el ámbito policial y ahora en el militar¹⁴, estos materiales han demostrado poseer propiedades mecánicas y funcionales muy adecuadas. Y la tercera ventaja, derivada de la anterior, es que se reducen los costos del producto final, manteniendo las cualidades y prestaciones de las mejores pistolas del mercado. Estimo que, en el corto plazo, la fabricación aditiva¹⁵ aplicada en escala industrial a la producción de componentes de armas, aportará nuevas e interesantes soluciones al proceso de fabricación.

11 SAFE ACTION PATENT. Trigger safety lock for pistols and trigger assembly US 20030213159 A1. Recuperado de <http://www.google.com/patents/US20030213159>.

12 El uso del polímero en armas portátiles fue una innovación impuesta por la firma austríaca STEYR, a través de su afamado fusil AUG y, fundamentalmente, con la aparición de la pistola también austríaca GLOCK, la que revolucionó conceptualmente el diseño de las armas de puño y generó una tendencia que siguieron todas las empresas de armas. Dado su escaso peso y los bajos costos de MP y fabricación, los fabricantes de armas han evolucionado hacia la producción de componentes como los “frames” (Armazon) y últimamente en fusiles como el AR15 y otros.

13 En lengua inglesa se conoce como frame a lo que usualmente llamamos armadura o armazón en las armas de puño.

14 En el año 2015, países como UK, Holanda, Noruega han adoptado la pistola Glock 17 como arma de dotación de sus FFAA.

15 Aspecto que hoy presenta algunas objeciones legales, ya que se consideran los riesgos que sobre el control de armas representaría el acceso por parte de particulares a impresoras 3D, con las que se podría fabricar componentes de armas con destino al crimen organizado o terrorismo.

b. La pistola como sistema modular: Una herramienta de combate flexible para diferentes configuraciones que puede incorporar accesorios de todo tipo, sistemas de puntería, linternas, silenciadores, etc., con mejor ergonomía que permita diferentes medidas de empuñadura, ambidiestra, que permita incluso el cambio de calibre empleando el mismo armazón y corredera, con mecanismos de disparo simplificados, como el caso del *safe action* de Glock que no requiere seguros externos, facilitando así la velocidad de ejecución del primer disparo. Todo ello ha transformado a la “modesta” pistola en una herramienta valorada por el soldado.

c. La pistola como parte del “kit” de supervivencia básico del soldado: Como mencionamos anteriormente, a la luz de las características particulares que plantean los nuevos escenarios de “guerra híbrida”, han revalorizado la vigencia de la pistola. El combatiente individual, requiere disponer hoy de una “alternativa letal”, que le permita ejercer una acción defensiva / ofensiva, cuando especiales circunstancias lo requieran. Para ello, el arma de puño debe poseer las características de pronta disponibilidad y seguridad que sólo permiten las pistolas de moderno diseño y son cualidades no disponibles en armas de generaciones anteriores. Si a ello le agregamos sistemas de puntería aptos para condiciones de escasa visibilidad, capacidad de adosar accesorios, empleo de silenciador para operaciones que requieran sigilo, posible portación oculta debido a su menor tamaño / peso y un gran poder de fuego gracias a cargadores de alta capacidad, podemos concluir que estamos en presencia de una herramienta necesaria e invaluable como parte del “kit básico” de supervivencia del combatiente individual, como puede ser su casco y su chaleco de protección balística.

B. El Fusil de Asalto. Tendencias observadas

1. Consideraciones:

El fusil de asalto constituye el arma individual básica por excelencia de cualquier Fuerza Armada terrestre, desde fines de la Segunda Guerra Mundial. El precursor de esta tendencia, fue el fusil STG 44¹⁶ desarrollado para el Ejército alemán, en la búsqueda de un arma versátil y con poder de fuego como los subfusiles, pero con el alcance y la potencia de los cartuchos típicos de fusil. La necesidad de un arma más compacta, apta para hacer fuego de precisión hasta los 300m en espacios abiertos, pero que fuera eficaz también para el combate urbano y en las distancias cortas, con mayor capacidad de cargador y opción de disparo en ráfaga o automático, fueron algunas de las características técnico-operativas de esta familia de armas. Es así que hasta la guerra de Corea (1950/53), los calibres de la familia del 7.62mm y similares¹⁷ dominaban el espectro de los fusiles de asalto. Los fusiles FN FAL y Heckler & Koch G3, fueron armas muy renombradas y referentes en su tipo, en el calibre 7.62x51 mm, prestando servicios en innumerables países desde la década de los 60 hasta la actualidad. Con la guerra de Vietnam y las guerras revolucionarias que se expandieron por todo el planeta durante la denominada “guerra fría”, se comienza a imponer una tendencia hacia armas más livianas, compactas y de calibres

¹⁶ STG 44: Sturmgewehr en calibre 7.92x44 Kurz (Corto).

¹⁷ Suelen llamarse calibres “grandes” a aquellos superiores al 7.5mm (En sistema métrico o bien .300 plg en Sistema Imperial Británico de medidas)

menores, siendo referentes en su tipo el M16 (Estados Unidos) en calibre 5.56x45mm y el AK 47 (Rusia) en calibre 7.62x39mm. Esta tendencia que, con cambios menores y modernizaciones sucesivas mantuvo a los citados fusiles en “aptitud para el servicio” hasta la actualidad, ha comenzado a ser cuestionada y revisada, sobre la base de experiencias adquiridas en los últimos conflictos.

En el caso del presente estudio, nos enfocamos básicamente en el **arma como plataforma modular** y en la **letalidad de los calibres** empleados. Otro campo de gran interés son los enormes avances alcanzados en los sistemas de puntería, con la incorporación de todo tipo de dispositivos optoelectrónicos, que forman parte ya del equipamiento estándar del soldado, pero que no abordamos en el presente trabajo por cuestiones de extensión.

2. Experiencia adquirida y lecciones aprendidas con los fusiles de Asalto y los calibres NATO Std.

Los calibres de munición de armamento portátil Estandarizados NATO¹⁸ son: Pistola (9x19mm), Fusil (5356x45mm y 7.62x51mm), Ametralladora Pesada (12.7x99mm). Muchos países, en especial los alineados dentro del llamado “bloque occidental”, han adoptado ese estándar desde hace muchos años, el que es sujeto a permanentes revisiones y modificaciones que garantizan los niveles de calidad e intercambiabilidad más estrictos.

En los últimos conflictos de Irak y Afganistán, el empleo del armamento portátil tuvo un auge de tal magnitud que se dispone de gran cantidad de información específica, ampliada además por la existencia de documentos fotográficos y videos, muchos de ellos en tiempo real, permiten una permanente revisión de todos los sistemas.

Como mencionamos anteriormente, la pobre *performance* (básicamente en los rubros de eficacia y letalidad) del calibre 5.56mm, ha dado lugar a severos cuestionamientos por parte de las tropas empeñados en Afganistán e Irak, por lo que el tema del Arma/Cartucho básico del soldado de infantería es tratado con enorme seriedad en los más altos niveles del Gobierno y las Fuerzas Armadas de Estados Unidos.

En mayo del 2017, el actual Army Chief of Staff, General Mark Miller, expuso ante el Congreso de Estados Unidos, cuestionamientos en relación con las capacidades operativas de su fuerza, entre los cuales se expresó enfáticamente la necesidad del cambio de Arma/calibre del combatiente individual¹⁹.

a. La munición del Fusil de asalto

Hace ya varios años se discute acerca de cuál es el calibre más adecuado para el fusil de asalto de dotación de un ejército. Obviamente, la principal restricción es que difícilmente se encuentre “el calibre” apto para todas las circunstancias y escenarios posibles de empleo, de un arma tan versátil como el fusil.

Nos preguntamos: ¿Qué es lo que requiere el soldado del sistema Fusil / Munición como herramienta de combate?: Que sea **confiable**, que sea **preciso** y que el cartucho que dispara tenga la suficiente **letalidad** como para neutralizar la amenaza /oponente.

Todas las demás condiciones asociadas: rusticidad, ergonomía, pesos y medidas, o aspectos de orden logístico, son accesorias entendiendo que lo primero que el sol-

¹⁸ NATO AGREEMENT: para el caso particular de la munición citada, se trata de Acuerdos Específicos entre los países asociados a la NATO, pero al que adhieren también otros países, en los que se establecen rigurosos estándares técnicos, de calidad y de performance, que aseguran la intercambiabilidad de esa munición en los sistemas de armas de los países signatarios.

¹⁹ Recuperado de: <http://www.thefirearmblog.com/blog/2017/05/30/setting-record-straight-milleys-congressional-testimony/>

dado desea es “que esté **disponible siempre**”, “que sea **preciso**” y “que **neutralice** de inmediato”.

Que sea confiable / que esté disponible siempre: dependerá de varios aspectos, pudiendo mencionarse como principales: Los estándares de calidad del arma y su munición. El estado de mantenimiento, limpieza y conservación de todos los componentes y mecanismos. El trato cuidadoso que el soldado debe dar a su arma, evitando golpes o daños que puedan afectar su funcionamiento.

Que sea preciso: estableciendo como condiciones que tenemos un tirador suficientemente instruido, que los disparos se realizan en condiciones meteorológicas ideales y que el tipo y calidad de los sistemas de puntería disponibles son óptimos, la precisión de un arma dependerá de los estándares de calidad y el estado de conservación y mantenimiento del sistema arma / munición.

Que sea letal: Si bien por definición, algo letal es aquello que es capaz de causar la muerte²⁰, desde el punto de vista del empleo militar o de seguridad, la letalidad está relacionada con la neutralización de la amenaza, a través de su incapacitación inmediata. Y aquí es donde el debate comienza.

Los últimos conflictos han evidenciado que las distancias de empeñamiento de las tropas en muchos casos exceden los 300m, considerados a partir de Vietnam como la distancia habitual de combate del soldado a pie. Más allá de esas distancias, por cuestiones básicas de balística exterior, los proyectiles con mayor masa tienden a mantener su velocidad remanente por más tiempo, al sufrir menos el efecto de la retardación propio de su desplazamiento en el aire. Complementariamente, una de las ventajas que presentan los calibres de menor diámetro y masa como el 5.56x45mm, específicamente en su balística terminal, es que, al impactar a gran velocidad contra un cuerpo, el proyectil tiende a desestabilizarse y fragmentarse, provocando así una herida más importante que incrementa el efecto de neutralización.

Pero esto sólo está garantizado cuando las velocidades se mantienen entre los valores de V_0 980 m/s y los aproximadamente 600 m/s. A mayor distancia la velocidad remanente es menor, manifestándose entonces dos efectos adversos: El *primero* de ellos es la disminución de la energía remanente para producir efectos letales.

Y el segundo, que la principal ventaja aportada por este tipo de proyectiles “livianos”, dada por su inmediata desestabilización y fragmentación cuando impactan a grandes velocidades contra un objeto, no se cumple²¹.

Lo cierto es que si bien el calibre 5.56mm es de dotación de muchas Fuerzas Armadas desde la década del 70, este no había participado en acciones de combate de gran envergadura que permitieran obtener conclusiones valederas acerca de su performance. Recién a partir de los años 90, con las guerras del Golfo (1991 y 2003) y la participación en Somalia (1993) y Afganistán, se comienza a disponer de suficiente cantidad de información proveniente de los países de las Coaliciones intervinientes como Estados Unidos, Gran Bretaña y Canadá.

Rigurosamente analizada esa información y pese a que aún existen controversias al respecto, podríamos decir que las objeciones a este calibre se relacionan con su

²⁰ Definición de letalidad: Recuperado de <https://www.merriam-webster.com/dictionary/lethal>

²¹ Técnicamente, los expertos en balística terminal / balística de efectos, expresan que el canal de herida es pequeño y la “cavidad permanente” de la herida es poco significativa, teniendo como consecuencia que la amenaza no es adecuadamente neutralizada.

pequeño diámetro, masa y escasa energía remanente, que lo hacen poco apto para su función de calibre militar de propósito general. Las principales críticas que se le atribuyen son²²:

- > Poca efectividad a largas distancias (más allá de los 300m).
- > Efecto inconsistente de las heridas, por no desestabilizarse al impacto.
- > Escasa penetración de barreras, aún las intermedias.
- > Muy sensible a efectos del viento o pequeños obstáculos en su trayectoria.

Si bien en el caso de Estados Unidos, se intentaron salvar esos problemas con sucesivos desarrollos y mejoras de los cartuchos 5.56mm, el último de los cuales ha sido el M855 EFR²³, los resultados no han sido completamente satisfactorios.

A lo anteriormente citado se suman recientes reportes acerca de los importantes avances alcanzados por Rusia y China, en relación con los materiales para **placas de protección cerámica de los chalecos personales**. Los últimos informes muestran que el actual cartucho NATO en calibre 5.56mm no es capaz de perforar las modernas placas cerámicas ESAPI²⁴ en uso por Estados Unidos, ni las desarrolladas para el uso de sus tropas o comercialización a terceros, por los países mencionados anteriormente.

Como contraste, el calibre 7.62x51 mm, que desde la década de los 80 fue desplazado progresivamente por el 5.56x45mm, cumple las condiciones requeridas, en especial al emplear munición perforante para el caso de las placas cerámicas. Tiene como desventajas los mayores pesos de la munición y del arma propiamente dicha, con todas las consecuencias que ello trae consigo desde el punto de vista operacional y logístico, además de su mayor retroceso, lo que lo hace menos controlable para el disparo en automático.

b. Nuevos desarrollos de cartucho de fusil.

Los aspectos citados en el punto anterior motivaron que se volviera a considerar una iniciativa planteada por el Ejército británico, en la década de los 70, sobre la conveniencia del desarrollo de calibres intermedios, en la gama de los conocidos como “familia” de los 6.5mm²⁵.

FIGURA 4: COMPONENTES DEL CHALECO TÁCTICO MODULAR DE PROTECCIÓN BALÍSTICA.



²² Drummond N. – Williams A. (2009) - “Biting the bullet”. Recuperado de <http://quarryhs.co.uk/btbdjdw.pdf>

²³ EPR: Enhanced Performed Round: Munición de performance mejorada.

²⁴ ESAPI: Enhanced Small Arms Protective Insert.: Inserto de protección balística mejorado.

²⁵ Se conoce como “Familia de los 6.5mm” a cartuchos cuyo calibre se encuentra entre 6.5 y 6.8mm (260 y .278 de pulgada según la denominación Británica).

En los últimos años, las principales empresas de munición de uso civil y militar invierten enormes presupuestos en el desarrollo de un cartucho moderno, que cumpla con los requerimientos de un **cartucho militar de propósito general** y que, además, mantenga proporcionalmente las ventajas de los dos calibres NATO citados.

El concepto de "*Cartucho militar de propósito general*" es una idea sobre la que desde hace más de diez años se discute y trabaja, fundamentalmente en países como Estados Unidos y Gran Bretaña, con el objetivo de desarrollar un calibre intermedio entre los NATO 5.56mm y 7.62mm, que permita unificar ambos en un cartucho apto para fusil y ametralladora liviana de apoyo, con el consiguiente beneficio operacional y logístico.

Según la experiencia aportada por las tropas de Estados Unidos desplegadas en Irak y Afganistán, estas habitualmente son aferradas por fuego desde largas distancias (más de 500m), por oponentes que emplean ametralladoras PKM de origen ruso con el antiguo pero muy potente y eficaz cartucho 7.62x64mm, lo que imposibilita a las tropas de la Coalición responder el fuego, por encontrarse fuera del alcance eficaz del calibre 5.56mm. Resultado de ello, el combate se establece entonces entre ametralladoras, fusiles de tirador especial y morteros, quedando así los tiradores de la fracción imposibilitados de participar efectivamente. Pero lo cierto es que **los tiradores son el 80 por ciento del poder de fuego** de la pequeña fracción, pero que en esa condición resultan ineficaces²⁶.

Por otra parte, de acuerdo con lo expresado en el "*National Defense Industrial Association Forum 2016*", la experiencia obtenida de los últimos conflictos y las ventajas relativas demostradas por los calibres "más grandes" han llevado incluso a RUSIA a trabajar en el desarrollo de sistema Arma/cartucho de la familia de los 6.5mm para sus fusiles de dotación. En el mismo sentido, CHINA trabaja en sucesivas mejoras y posible reemplazo de su cartucho 5.8x42mm que emplea su fusil **Type 95** que le permitan anular operativamente al débil cartucho 5.56mm. ISRAEL que, durante años, ha priorizado el empleo del calibre 5.56mm, ha presentado recientemente su fusil TAVOR, en calibre 7.62mm²⁷.

Hay una variada cantidad de cartuchos en desarrollo y evaluación desde hace algunos años, principalmente en Estados Unidos y se puede citar entre ellos al 6.5mm Grendel, el 6.8mm SPC, el .260 Remington y el 6.5 Creedmoor como los que han alcanzado un interesante grado de desarrollo, ensayos y discusión entre los expertos en el tema. Algunos de ellos, desarrollados especialmente para su empleo en tiradores especiales, tienen propiedades balísticas incluso superiores al 7.62mm.

Otro proyecto de interés desarrollado específicamente en el ámbito militar, es el cartucho .264 USA en calibre 6.5 x 48mm. Se trata de una iniciativa del US ARMY MARKSMANSHIP UNIT²⁸, con la finalidad de dotar a las tropas de mejores herramientas para el combate.

El objetivo planteado por este desarrollo fue encontrar un calibre capaz de mantener su efecto letal a grandes distancias, pero que permitiera también reducir los pesos y dimensiones propios de los calibres denominados "grandes" como el 7.62mm. La opción posible seleccionada fue un proyectil intermedio en calibre y peso, entre los 65grains

²⁶ Ehrhart Thomas, My - US ARMY (2009)- "Increasing Small Arms Lethality in Afghanistan".

²⁷ Recuperado de: http://www.thefirearmblog.com/blog/2017/06/28/breaking-news-new-308-tavor-iwi/?utm_source=Newsletter&utm_medium=Email&utm_content=2017-07-01&utm_campaign=Weekly+Newsletter

²⁸ US ARMY MARKSMANSHIP UNIT: Unidad del citado Ejército que reúne a los más destacados referentes del tiro con armas portátiles. Más allá de sus funciones deportivas, el mismo trabaja activamente en la capacitación de tropas y el desarrollo específico de armas y municiones, para satisfacer necesidades que surgen de las experiencias de las tropas empeñadas

FIGURA 5: CALIBRE .264 USA (CENTRO) COMPARADO CON 5.56X45MM (ABAJO) Y 7.62X51MM NATO (ARRIBA)



del cartucho 5.56mm y los 175grains del cartucho 7.62mm.

Gracias al diseño de su ojiva con un mejor coeficiente balístico, el .264 USA con su diseño aerodinámico de “bajo drag”, puede mantener su velocidad a grandes distancias. Sumado a ello, tiene una excelente Relación de Esbeltez l/d^{29} , que al emplear también componentes del proyectil de mayor masa, da como resultado una mayor Densidad Seccional³⁰, característica que finalmente aporta mejores efectos de balística terminal del proyectil.

En la figura 6 se presentan los valores comparados de Energía / distancia del calibre 6.5x48mm frente a los calibres NATO 7.62mm y 5.56 mm, Se puede observar las excelentes prestaciones de este proyectil que, con distintas configuraciones de masa y velocidades, resulta incluso superior al calibre 7.62mm

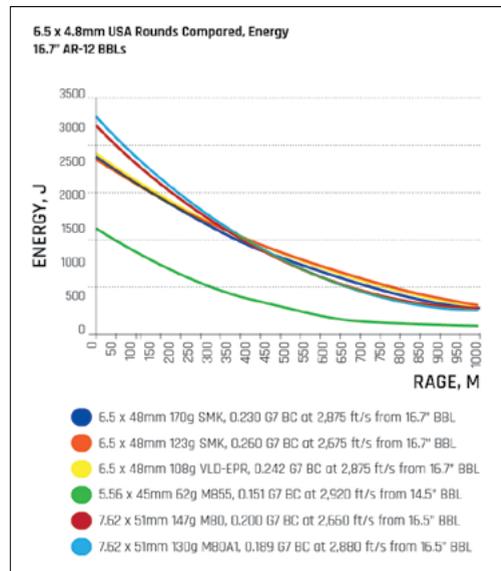
Se obtiene así un cartucho de menor calibre con un excepcional coeficiente balístico, con alcances similares al 7.62mm y con velocidades comparables al 5.56mm

Si el desarrollo resulta exitoso, el nuevo sistema fusil / cartucho proporcionaría a las tropas un arma que permita llevar una cantidad de cartuchos similar al 5.56mm pero con prestaciones en alcance, precisión y letalidad similar al 7.62mm, con pocos cambios en el peso final del sistema.

Otro aspecto novedoso es que los expertos ven a este calibre como un interesante avance en la búsqueda de **vainas híbridas de metal / plástico**, e incluso el desarrollo de cartuchos del tipo “Case Telescoped Ammo - CTA”.

Este concepto CTA, que desarrollaremos más adelante e incluso lo veremos también aplicado a la modernización de las ametralladoras livianas, tiene la particularidad de que el proyectil se encuentra contenido completamente dentro de la vaina, lo que reduce el

FIGURA 6: ENERGÍA REMANENTE DE DIFERENTES CALIBRES DE FUSIL, SEGÚN LA DISTANCIA DE EMPLEO



29 Relación de esbeltez: Parámetro de diseño muy empleado en la ingeniería de proyectiles y vectores, que relaciona la Longitud (l) con el diámetro (d). Mayores relaciones l/d , aseguran mejores condiciones de estabilidad y comportamiento durante el vuelo.

30 Densidad seccional: parámetro de diseño que relaciona la Masa (en gr) por el área (en mm²) de la sección máxima del proyectil.

largo total del cartucho y permite un importante acortamiento de las dimensiones en los mecanismos de carga, alimentación, disparo y recuperación de las armas automáticas.

Más allá de todos los proyectos citados e importantes avances, lo cierto es que el cambio de calibre es un **tema de gran complejidad** para cualquier Fuerza Armada. El sistema fusil M16/M4 – 5.56mm tiene más de 50 años en servicio en las Fuerzas Armadas de Estados Unidos.

Cualquier decisión de cambio será el resultado de un proceso que llevará muchos años, debido a que involucra aspectos de orden operacional, logístico de obtención y abastecimiento, decisiones acerca de inversiones necesarias para el desarrollo de capacidades industriales a nivel nacional, que obviamente son de largo plazo, por lo que aún pasará mucho tiempo antes de que se resuelva finalmente este tema.

c. Interim Combat Service Rifle. (ICSR) 7.62x51mm.

En el mes de mayo de 2017, el US ARMY Chief of Staff General Mark MILLEY, expuso ante los Senadores de ese país, acerca de los planes de modernización y las deficiencias de alistamiento que tiene la fuerza a su cargo. Manifestó enfáticamente que el proyectil calibre 5.56mm empleado por los fusiles M4 y las ametralladoras de Apoyo M249 del grupo de tiradores, también en ese calibre, no son capaces de penetrar las nuevas protecciones balísticas personales empleadas por los potenciales adversarios.

Resaltó que el 70 por ciento de las bajas sufridas en las tropas desplegadas son hombres a pie, que cumplen misiones típicas de pequeñas fracciones de infantería y fuerzas especiales, por lo que se requería una solución urgente al tema del arma/calibre, independientemente de que, en forma paralela, se continúen analizando soluciones de largo plazo.

La vigencia y probadas prestaciones del calibre 7.62mm, en especial empleando su munición perforante M993, satisface plenamente los requerimientos operaciones de letalidad y perforación de barreras livianas y protecciones balísticas ESAPI³¹.

Teniendo en cuenta, además, los grandes stocks de munición disponible y las capacidades industriales ya instaladas, local e internacionalmente, las autoridades del US ARMY vieron como solución alternativa mantener el calibre citado, pero orientando la búsqueda a un arma más moderna. Permanecer empleando los calibres NATO, aseguraría la interoperabilidad con los países de esa organización.

Así es que durante el año 2017 el US ARMY publicó una "Solicitud de Propuesta" (RFP) abierta a oferentes, para un programa denominado **Interim Combat Service Rifle (ICSR)**, que establece la provisión de hasta 50.000 fusiles, en el calibre 7.62mm.

El arma ofertada deberá reunir las siguientes características principales:

- > Debe ser un fusil en su versión comercial "Of the shelf"³². Disponible en forma inmediata y no se aceptan armas customizadas.
- > Calibre 7.62x51mm y cargador de 20 cartuchos.
- > Diferentes largos de cañón entre 16 y 20 pulgadas que permitan incorporar compensadores, supresores de sonido y de llama.
- > Peso total descargada: 12 lbs (5.45 kilos).

³¹ ESAPI: Enhanced Small Arms Protective Insert. Se trata de insertos, por lo general de materiales cerámicos y compuestos que son agregados a los chalecos de protección balística para mejorar la performance frente a la amenaza de calibres mayores.

³² "Commercial off the shelf" (COTS): Se denomina así a productos disponibles para la venta "en estantería" en el momento en que son requeridos.

Creí conveniente destacar brevemente este proyecto “de obtención”, el que no representa en sí mismo una innovación tecnológica. Sin embargo, muestra cómo los países empeñados en situaciones de combate permanente, si bien persisten en la implementación de nuevos proyectos para mejorar las capacidades de sus Fuerzas Armadas, también aplican gran pragmatismo para recurrir, si resulta necesario, a herramientas ya probadas. Muestra, además, la forma en que ciertos paradigmas como el generado por el calibre 5.56mm, que, desde los 70, parecía ser el replazo natural y definitivo de los calibres más “pesados” como el 7.62mm, después de casi 40 años de discusiones en ámbitos especializados, ha tenido que ser revisado. Muchos países, que optaron como más conveniente el reemplazo total de un calibre por otro, probablemente se replanteen hoy si fue esa la mejor decisión³³.

3. Una tendencia: El fusil como plataforma modular.

Por similitud a lo mencionado anteriormente para el caso de la pistola, la tendencia es considerar al fusil de Asalto como una herramienta modular y flexible, apta para ser configurada según necesidad de empleo. Debe disponer de una plataforma base, que admita: diferentes calibres, diferentes largos de cañón, culata tubular colapsable, apto para colocar todo tipo de accesorios tales como lanzagranadas, sistemas ópticos, de señalamiento e iluminación, bípodes, empuñaduras especiales, etc.

Los exponentes más destacados de fusiles en servicio que cumplen esta condición son:

a. Fusil M4.

Hace ya varios años en servicio fue reemplazando progresivamente al fusil M16, siendo el arma básica de dotación de muchos ejércitos. Tiene la limitación de no admitir calibres superiores al 5.56mm, por lo se considera un sistema a ser reemplazado, a la vista de las nuevas necesidades y lo expresado en los puntos anteriores respecto de las debilidades del citado calibre. Sin embargo, continúa prestando servicios y es enorme la posibilidad de agregado de accesorios que permite.

b. Fusil SCAR

Posiblemente el más revolucionario de los desarrollos en lo que respecta al concepto de modularidad. De la firma belga *FN Herstal*, se destaca además por

FIGURA 7: FUSILES FN SCAR (BÉLGICA). ARRIBA: SCAR- L (5.56MM); ABAJO: SCAR-H (7.62MM)



³³ En nuestras Fuerzas Armadas también ha sido un tema muy discutido cuando se analizaban las alternativas de modernización/cambio de fusil de asalto de dotación, cosa que aún no se ha concretado.

una importante presencia de polímero en gran parte de sus componentes, lo cual contribuye a reducir los pesos y simplificar el proceso de fabricación de los mismos. Se presenta en dos versiones: SCAR H (Heavy) en calibre 7.62mm y SCAR L (Light) en 5.56mm. Si bien ya fue adquirido por algunos países, aún no ha sido masivamente incorporado como para definir un posicionamiento en el mercado. Es probable que sea uno de los competidores “fuertes” en el proyecto ICSR³⁴ mencionado anteriormente, porque cumple las condiciones requeridas y, además, tiene la opción de disparar ambos calibres NATO.

c. Fusil HK 416/17

Este fusil de la afamada firma alemana **Heckler&Koch**, desde hace ya varios años se posiciona decididamente en el competitivo mercado de los fusiles de asalto. Se presenta en dos versiones de calibre: HK 416 (5.56 milímetros) y HK 417 (7.62 milímetros). Dispone de una enorme flexibilidad para incorporar todo tipo de accesorios, sumado a su fiabilidad y prestaciones, lo convierten en uno de los fusiles más demandados. Probado suficientemente en combate, el cuerpo de US Marines ya lo adoptó en reemplazo de los fusiles M16 y M4. Una versión de cañón pesado y bípode denominada M27 ha sido adquirida también por el US Marines, como proyecto para reemplazar en los Gpo Tir a las ametralladoras FN Minimi.

FIGURA 8: FUSIL HECKLER & KOCH 416 (ALEMANIA) Y SUS ACCESORIOS



d. Fusil AK 12 /AK 15

En el caso de Rusia, cuya familia de fusiles de la serie AK ha ganado un reconocido prestigio mundial por su rusticidad, facilidad de fabricación y bajo costo, este país ha adoptado también el concepto de modularidad. Es así que siguiendo la línea fundadora del AK 47, con más de 60 años de servicio activo, se desarrollaron los fusiles

FIGURA 9: FUSIL KALASHNIKOV AK12 (RUSIA)



³⁴ ICSR: Interim Combat Service Rifle. Proyecto de fusil de asalto del US Army que tiene por objetivo obtener un arma que sea una “solución de transición” entre el fusil de servicio actual y el futuro fusil a desarrollar.

AK 12 (Calibre 5.45x39 milímetros) y AK 15 (7.62x39 milímetros). Ambas armas están diseñadas sobre la base de la misma plataforma funcional, emplean gran cantidad de componentes de polímero, disponen de riel “tipo picatinny” para agregar todo tipo de componentes y accesorios tales como sistemas de puntería, linternas, señalizadores láser, lanzagranadas, etc. y han realizado sensibles modificaciones para mejorar el punto más débil de la familia AK, que era su poca precisión. Los AK12/15 compiten con los fusiles rusos Degtyarev A545 y A762, para ver cuál de ellos será el que equipe al combatiente individual, en el marco del Proyecto de soldado Futuro “RATNIK”.

4. Proyectos destacados en relación con fusil y cartucho

a. Tubos de fusil empleando fibra de carbono

La necesidad de un menor peso total de las armas, así como la búsqueda de nuevos materiales con mejores prestaciones y comportamiento, frente a las altas temperaturas y presiones que deben soportar las armas de fuego, hallaron en el empleo de fibras de altas prestaciones mecánicas (de carbono y otras) y el proceso de fabricación denominado “*Filament winding*” una solución tecnológica a la posibilidad de fabricar tubos cañón de fusiles.

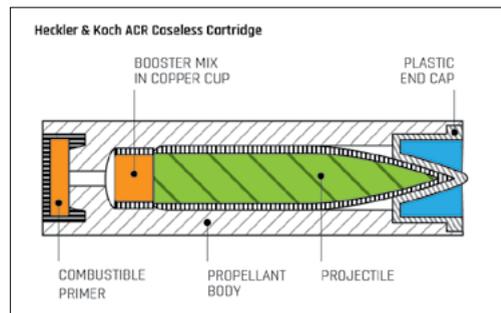
Incipiente aún para el uso militar y suficientemente extendido ya en el ámbito civil, sus altos costos y la necesidad de tiempo de “maduración” de esta moderna tecnología, la presentan como una tendencia que debe ser vigilada con atención y continuará creciendo por sus múltiples aplicaciones. Este tema se amplía en el presente trabajo en el *Punto 6: Nuevas tecnologías que se emplean*.

b. Cased Telescoped Ammo (CTA) y Caseless Ammo (Munición sin vaina)

Desde la aparición del cartucho con vaina metálica, revolucionario invento de fines del siglo XIX, que permitió la retrocarga de las armas y, con ello, el incremento de la cadencia de fuego y el disparo automático, innumerables han sido los intentos para desarrollar un cartucho “sin vaina”. ¿Cuáles son los beneficios concretos que aporta?:

- > Permite desarrollar armas con mecanismos de disparo más simples y de menores dimensiones, especialmente el conjunto corredera/cerrojo, el armazón y los cargadores. La simplificación funcional del conjunto se logra al no resultar necesaria la extracción y eyección de la vaina, con lo que se reducen los tiempos del ciclo de disparo y con ello una mayor cadencia de fuego.
- > La munición es significativamente más liviana, debido a que el propulsante es un componente estructural del cartucho, lo que redonda en menos peso a transportar, permitiendo así llevar una dotación mayor de cartuchos.
- > Reducir los enormes costos que implica la fabricación de las vainas: Estas requieren un complejo proceso de producción seriada, así como grandes estructuras y equipamiento industrial específico que

FIGURA 10: MUNICIÓN SIN VAINA (CASELESS AMMO) DEL FUSIL H&K ACR. (ALEMANIA)



no tienen otra aplicación productiva alternativa posible. Se reducen, además, los altos de estándares de chatarra (*scrap*) del costoso “latón militar” que genera el proceso de embutido y mecanizado de la vaina.

Entre los años 1970 y 1990, ingenieros alemanes de *DYNAMIT NOBEL*, en conjunto con la afamada empresa *HECKLER & KOCH*, desarrollaron un ambicioso proyecto de munición “sin vaina”, que alcanzó un aceptable grado de madurez al ser probada a escala de prototipo con buenos resultados. Sin embargo, la continuidad del proyecto no resultó viable, debido a los problemas tecnológicos que se presentan con las exigencias extremas impuestas al cartucho, en su interacción con las altas temperaturas del cañón de las armas automáticas, en cadencia de tiro sostenido en situaciones reales de combate.

Se agregan a ello los problemas que presenta el mantenimiento adecuado de las condiciones de la pólvora que, al carecer de vaina, se encuentra totalmente expuesta a las rigurosas exigencias del transporte y manipuleo que normalmente debe soportar la munición de armas portátiles. La munición del soldado en operaciones puede pasar mucho tiempo en el cargador, en condiciones muy adversas antes de ser usada. Pero cuando su uso es requerido, debe funcionar en lo posible con un 99.99 por ciento de confiabilidad. Todo ello constituye una exigencia extrema para el cartucho “sin vaina”, al punto que el desarrollo económicamente aceptable de este tipo de munición resulta un desafío tecnológico extremadamente difícil. Los expertos afirman que el tema es de tal complejidad, que se tardarán varias décadas hasta que sea posible encontrar una solución satisfactoria que permita su empleo generalizado en el ámbito militar.

Por ello, siempre con el objetivo de reducir los pesos de la munición y, además, acortar la longitud de los mecanismos de las armas, hace años se viene desarrollando un concepto denominado “CASE TELESCOPED AMMO” (CTA). En el caso de los blindados, la longitud de la vaina ha constituido siempre un tema de singular interés para el desarrollo de las torretas, ya que sus medidas están seriamente condicionadas por las dimensiones de la munición que se debe almacenar y manipular dentro del habitáculo.

Es así que, en el marco de un Programa de una nueva generación de vehículos blindados y sus armas principales, GIAT (Francia) y ROYAL ORDNANCE (Reino Unido), a requerimiento de sus respectivos Ministerios de Defensa, comenzaron a desarrollar un sistema Arma/munición de calibre 40 milímetros. El sistema actualmente en su etapa de implementación operativa consiste en una vaina de menor longitud que contiene tanto la pólvora como el proyectil, con lo que se logra una menor longitud total del cartucho. Este concepto, validado para su aplicación en las grandes armas, requiere para su implementación enormes presupuestos y la decisión estratégica de reemplazar los grandes tanques de batalla (MBT) con sus armas 120 milímetros por este nuevo sistema.

Los desarrolladores de armamento portátil encontraron en el **concepto de CTA**, una interesante situación “de transición” entre la futurista munición “sin vaina” y el cartucho actual, lo que motivó la realización de varios programas en relación con ello. La industria privada de armamento vio también en esta tendencia una ventana de oportunidad para posicionarse adecuadamente cuando el cambio llegara, comenzando así diversos desarrollos, generalmente con éxito en escala de laboratorio y ensayos de polígono.

Podemos citar el caso del Programa del US Army “**Lightweight Small Arms Technologies**” (LSAT) llevado adelante por el ARDEC y la empresa *TEXTRON Systems*. Estas trabajan desde 2011 en el desarrollo de opciones para la implementación del concepto

CTA en las armas de calibre 5.56 milímetros y 7.62 milímetros que permitan su empleo en ametralladoras y el moderno cartucho 6.5 milímetros para su empleo en un eventual futuro fusil de asalto.

LSAT es un objetivo tecnológico del US Army y del Ministerio de Defensa de ese país. Este programa mantiene en su primera etapa el empleo de las vainas metálicas, por similitud a lo realizado con la munición de blindados. Sin embargo, las etapas siguientes prevén el desarrollo de vainas de polímero (*Polymer Case Ammo*), lo cual constituye un enorme desafío por la menor capacidad de este material para absorber las grandes presiones y temperaturas del ciclo de disparo, en especial en condiciones extremas de tiro sostenido. Por el momento, se ensaya con “vainas híbridas”, que tienen parte del culote metálico y el resto de polímero. De lograrse el objetivo buscado, el beneficio de la reducción del peso se reflejaría no solamente en el peso final del arma, sino además sobre la carga total de munición a llevar por cada soldado.

Como consideraciones particulares, este proyecto incluye, además, una serie de mejoras que deben garantizar su *escalabilidad* en los diferentes calibres de las armas que se desarrollen, así como la accesibilidad y facilidad de obtención de las armas y municiones³⁵.

FIGURA 11: CASED TELESCOPED AMMUNITION (7.62MM - 6.5MM-5.56MM)



Los objetivos planteados para las CTA son³⁶:

- > **Desde el punto de vista logístico:** disponer de 35 por ciento más de munición transportada a igual peso. Lograr 12 por ciento de reducción de volumen necesario. Como valor agregado, además, los costos de producción se reducen al ser menores los volúmenes de materia prima necesaria para la fabricación de la vaina.
- > **Incremento de la performance del arma:** Reducción del retroceso. Reducción de la necesidad de mantenimiento del arma. Disminución el riesgo de “*cook-off*”³⁷ mediante mejores materiales que faciliten una rápida disipación de la temperatura.
- > **Beneficios Operacionales aportados:** El menor peso favorece la movilidad, la supervivencia del operador y un mejor empleo del arma. Beneficio que impacta en el Gro Tir, ya que, en las pequeñas fracciones a pie, el ritmo de marcha posible está dado por el integrante que lleva el arma más pesada.

³⁵ Fuente: TEXTRON SYSTEMS. Recuperado de <http://www.textronsystems.com/sites/default/files/resource-files/TS%20US%20LSAT%20Datashet.pdf>

³⁶ Fuente: TEXTRON SYSTEMS- Cased telescoped Small Arms Systems (May 2014)

³⁷ Cook-off: También conocido como autoencendido. Peligroso efecto que se produce en las armas automáticas sometidas a períodos de fuego continuo, por el cual el último cartucho que queda en la recámara se dispara luego de un breve lapso, sin que exista la acción del percutor sobre el fulminante. Es causado por el autoencendido de la pólvora dentro de la vaina metálica y suele producir graves accidentes, por lo que es un defecto que busca minimizarse en las armas automáticas.

c. Programa EXACTO

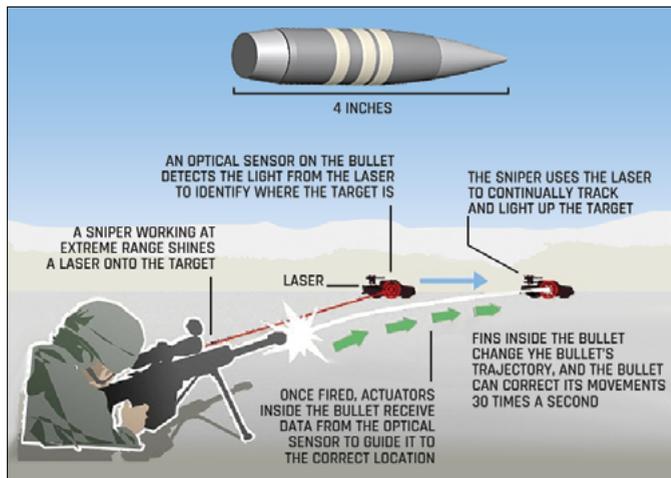
Son enormes los avances alcanzados en óptica y electrónica aplicados a las armas de fuego, los que obviamente contribuyen a optimizar los sistemas de puntería y, por ende, la eficacia de estas. Escapa al alcance de este trabajo realizar una detallada enumeración de ellos, pero creo conveniente mencionar un proyecto verdaderamente innovador, como el que se lleva adelante para incorporar a los proyectiles de fusil de algún tipo de **asistencia al guiado** en su trayectoria. La aplicación del guiado, que, hasta la fecha, ha sido privativa de los grandes sistemas de armas como cohetes, misiles, bombas y últimamente “proyectiles inteligentes” de artillería y morteros, ha desvelado siempre a los investigadores que buscaban alternativas para otorgar esa capacidad a las municiones de armas individuales.

Es así que, desde el 2010, **DARPA**³⁸, junto con la empresa **Teledyne Scientific & Imaging**, ha invertido 25 millones de dólares para desarrollar el programa **EXACTO (Extreme Accuracy Tasked Ordnance)**. Este proyecto de “smart bullets” tiene por objetivo dotar a una munición de calibre 12.7x99mm NATO (.50 BMG)³⁹, de sensores ópticos que le permiten el autoguiado del proyectil en la parte final de su trayectoria.

El proyectil EXACTO maniobra libremente durante el vuelo siguiendo el “punto apuntado” por el tirador e impactando en el lugar donde el sistema de puntería del arma está dirigido. La munición está especialmente diseñada para que un sofisticado sistema de guiado en tiempo real dirija el proyectil hacia el blanco y realice las compensaciones necesarias de meteorología, vientos, movimientos del blanco y otros factores que pueden afectar la precisión del disparo.

El sistema funciona básicamente de la siguiente manera: El tirador apunta al blanco y lo marca con un señalador láser. Una vez disparado, el proyectil dispone de sensores ópticos que detectan la ubicación del blanco marcado. Actuadores dentro del proyectil reciben los datos proporcionados por los sensores ópticos y mediante el empleo de diminutos planos de control, se generan las acciones necesarias para corregir la trayectoria, lo que se realiza con una frecuencia de hasta 30 veces por segundo. Estos cambios responden al movimiento del láser, con el cual el tirador hace el seguimiento del blanco.

FIGURA 12: PROGRAMA EXACTO: PROYECTIL GUIADO PARA FUSIL



³⁸ DARPA: Defense Advanced Research Project Agency. Recuperado de <https://www.darpa.mil/>

³⁹ Cartucho calibre .50 BMG (Browning Machine Gun): Cartucho de ametralladora pesada en calibre denominación NATO 12.7x99mm

En abril de 2015 DARPA realizó ensayos de evaluación y disparo sobre blancos en movimiento y evasivos y se pudo verificar la capacidad de batir repetidamente blancos de extrema dificultad para un soldado común. Los proyectiles pueden ser disparados desde armas calibre 12.7 milímetros estándar y se comprueba que un tirador regular puede acertar fácilmente a muy largas distancias y con extrema precisión, lo que normalmente resultaría imposible con la munición original, incluso con la considerada *match grade*⁴⁰.

Según DARPA, haber logrado incorporar capacidad de guiado en pequeños proyectiles calibre .50 BMG es un hito verdaderamente revolucionario que abre la puerta a la posibilidad de dotar de guiado a proyectiles de calibres menores. El Program Manager de EXACTO, Jerome Dunn expresó: “EXACTO ha demostrado lo que hasta ahora era considerado imposible: el guiado continuo hasta el blanco a grandes distancias, de proyectiles de pequeño calibre”⁴¹.

Los futuros desafíos que se impusieron al proyecto son desarrollar nuevas capacidades para su empleo “todo tiempo” y a mayores distancias y, además, reducir el tiempo para la adquisición del blanco por parte del tirador. Esto mejoraría su efectividad e incrementaría además su supervivencia, al minimizar la posibilidad de que él mismo sea adquirido por el oponente.⁴²

El empleo de drones, sensores y medios de observación por parte del oponente, hace cada vez más crítico el empleo seguro de *snipers*, por lo que resulta imperativo que estos puedan adquirir sus blancos muy rápido y con gran precisión, debido a que cada disparo errado pone en riesgo su propia supervivencia.

C. Las armas de apoyo de tiro directo

1. Consideraciones

Por lo expresado anteriormente respecto de considerar el nivel sección / grupo de tiradores como elemento base para el empleo eficaz de un elemento terrestre en un entorno de guerra asimétrica, el tipo de enfrentamiento que se plantea, hace muy difícil “adquirir y batir” al oponente, de manera eficiente a grandes distancias⁴³.

Para ello resulta cada vez más necesario dotar a los escalones inferiores que deben operar con gran autonomía, de adecuada movilidad, protección y suficiente **capacidad letal**, para que estén en capacidad de cumplir su misión. Y es entonces aquí, donde las armas de apoyo orgánicas, tales como ametralladoras, lanzagranadas y armas antitanque pasan a jugar un rol preponderante. Ello ha dado lugar a la revisión de las organizaciones, la doctrina de empleo y obviamente la tecnología que deberán disponer los sistemas del “componente letalidad” de ellas.

Los siguientes son algunos de los temas en revisión y proyectos que se llevan adelante.

⁴⁰ Match Grade ammunition: Munición de muy alta calidad con la que se obtienen disparos extremadamente precisos. Para su fabricación se da especial tratamiento a la selección de los materiales y componentes que se emplean, así como un sofisticado sistema de control de calidad en todo el proceso, lo que da como resultado valores de gran uniformidad en sus parámetros de balística interior (presión, Velocidad Inicial, Velocidad de combustión) y exterior (Comportamiento aerodinámico). Su fabricación conlleva altos costos, por lo que es empleada principalmente por tiradores de competición deportiva y tiradores especiales en el ámbito militar y de FFSS.

⁴¹ DARPA EXACTO PROGRAM. Recuperado de <http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-3059476/Watch-U-S-Army-test-self-guided-smart-bullets-say-let-hit-moving-target-perfect-accuracy.html>

⁴² Recuperado de <https://www.darpa.mil/news-events/2015-04-27>.

⁴³ Obviamente con una relación Costo/efecto razonable. No resulta lógico batir una posición de ametralladora enemiga con misiles de última generación o munición guiada de artillería, con costos de decenas de miles de dólares.

2. La modernización de Ametralladoras livianas

Las armas de dotación continúan siendo mayormente las ametralladoras calibre 5.56 milímetros, en el nivel de Gpo Tir, la más reconocida de las cuales es la FN "Minimí" denominada en EUA M249. En el nivel Sec Tir, se sigue empleando la Amet cal 7.62 milímetros, estando vigente en el ámbito de la NATO aún la FN MAG, denominada en EUA M240.

Los principales desarrollos que permitirán aportar mejoras a las ametralladoras livianas de apoyo, están relacionados con:

- a. **Reducción del peso total del arma:** La reducción del peso continúa siendo un "objetivo" común en todas las armas. La premisa básica es que la velocidad de desplazamiento a pie de una fracción está dada por la velocidad que puede sostener el operador del arma más pesada de esta. Hay muchos avances en el empleo de materiales livianos y de mejores prestaciones. A modo de ejemplo, el empleo de Titanio para el desarrollo de cajón de mecanismos en armas automáticas es una de las más destacadas e innovadoras.
- b. **Reducción de la longitud total del arma:** Se logra básicamente con el rediseño de las culatas que dispongan de la opción de moverse telescópicamente sobre su eje (*collapsed buttstock*) y la incorporación de sistemas *buffer* hidráulicos para amortiguación del retroceso. El empleo de nuevas municiones con el concepto *Case Telescoped Ammo* (CTA) posibilita también reducir las dimensiones del cajón de mecanismos y de los sistemas de almacenamiento y alimentación del arma. Opción de cañones de diferentes longitudes, disponibles hoy en las más modernas ametralladoras, contribuyen también al efecto deseado.
- c. **El desarrollo de nuevos materiales para los cañones,** tendientes a lograr una mayor disipación de las altas temperaturas, en ciclos de disparo automático. Fibra de carbono, revestimientos cerámicos y otros, son tendencias que se observan, aunque aún en etapa de experimentación.
- d. **La incorporación de sistemas ópticos** que mejoren la visión y el control de los fuegos para realizar un tiro de supresión más eficaz. El proyecto SMALL ARMS FIRE CONTROL SYSTEM (XM 116) emplea telémetro láser, un sofisticado computador balístico y una interfaz óptica con el operador que le permite hacer digitalmente los ajustes a la puntería del arma y garantizar una probabilidad de impacto en los primeros disparos que supera en un 50 por ciento a los sistemas convencionales de "miras abiertas". Este proyecto originalmente desarrollado para los lanzagranadas de 40 milímetros y las ametralladoras FN M2 de 12.7 milímetros. Se estima que pronto será aplicado también a las ametralladoras livianas.
- e. El desarrollo de **sistemas de alimentación de cartuchos** más eficientes, que sean intercambiables y compatibles con los empleados por los fusiles de asalto. Esto se logra dotando a las armas de la posibilidad de emplear alternativamente, tanto bandas de munición como cargadores lineales o almacenes rotativos.
- f. El proyecto más ambicioso y revolucionario es el **reemplazo integral del sistema Arma/ cartucho,** por nuevas ametralladoras más livianas y que disparen cartuchos con la tecnología CTA (*Case telescoped*), todo ello en el marco del programa LSAT, tema ya desarrollado anteriormente para el caso de los fusiles de asalto.

3. PROYECTO Next Generation Squad Automatic Rifle (NGSAR).

La implementación de mejoras en las armas existentes e incluso el cambio de estas por nuevos sistemas para equipar a unas Fuerzas Armadas es un proceso que puede llevar muchos años. Si tenemos en cuenta que en Estados Unidos el reemplazo del arma de puño individual demandó cinco años hasta su resolución definitiva, es factible estimar que el reemplazo integral de las armas automáticas de apoyo directo puede demorar décadas. Sin embargo, atento a la necesidad de solucionar el problema del apoyo de fuego en las menores fracciones, entre el 25 y 27 de julio de 2017 y enmarcado en el programa *PROJECT MANAGER SOLDIER WEAPONS*, se realizó en Ft Benning un Industry Day⁴⁴. Este consistió en una convocatoria selectiva de los principales referentes de la industria del armamento, con el objetivo de intercambiar experiencias, opiniones e ideas que contribuyan al lanzamiento de un Programa individual denominado *NGSAR (Next Generation Squad Automatic Rifle)*.

Este programa tiene como objetivo desarrollar un sistema arma/munición que reemplace las ametralladoras M249 (FN Minimi en calibre 5.56 milímetros) en el nivel orgánico Squad (Gpo Tir) de las BCT (Brigade Combat Team).

FIGURA 13: NEXT GENERATION SQUAD AUTOMATIC RIFLE (US ARMY)



Algunas de las características que debe cumplir el nuevo sistema son:

- a. Reunir simultáneamente las capacidades de **alta cadencia de fuego y alcance de una ametralladora liviana, pero con la precisión y la ergonomía de un fusil de asalto “compacto”** (Carbine). De esta manera podrá ser empleada con comodidad tanto en espacios abiertos (tiro a largas distancias) como espacios de combate confinados (típicos del combate urbano). A modo de ejemplo de los altos niveles de exigencia impuestos, la precisión requerida para el disparo en ráfaga corta de dos cartuchos es que ambos proyectiles impacten con una dispersión no mayor a una pulgada a 100 metros de distancia. Resulta esta una exigencia alta incluso para cualquier fusil de asalto de precisión actualmente en uso.
- b. El sistema debe contribuir a **reducir sensiblemente el peso total** que carga el soldado y que afecta negativamente su movilidad, supervivencia y precisión en los fuegos cuando estos son realizados en posiciones no estáticas. El arma debe ser liviana y disparar munición más liviana que la actual munición de dotación M855A1 en calibre 5.56 milímetros. Peso del arma (Sin munición): Menor a 5.5 kilos y un valor óptimo de 3.7 kilos. Peso de la munición: 20 por ciento menos que la actual munición calibre 5.56 milímetros y un valor óptimo de 50 por ciento menos de peso.
- c. Debe disponer de **selector de tiro**: Full auto, semiautomático y ráfagas de dos disparos, y ser capaz de batir blancos en movimiento a 600 metros y blancos estáticos a 1200 metros.
- d. Debe poder emplear todos los sistemas auxiliares de puntería provistos actualmente,

⁴⁴ Recuperado de <http://soldiersystems.net/2017/06/02/us-army-announces-industry-day-for-next-generation-squad-automatic-rifle/>

así como ser compatible con el SMALL ARMS FIRE CONTROL SYSTEM (XM 116) mencionado anteriormente.

- e. Para mayor información acerca de los parámetros técnicos, funcionales y operativos exigidos, puede consultarse el sitio <http://soldiersystems.net/2017/06/02/us-army-announces-industry-day-for-next-generation-squad-automatic-rifle/>

4. Las Ametralladoras en el Programa LSAT (Lightweight Systems Arms Technologies)

En el punto anterior nos referimos específicamente a una **solución transitoria** del problema de las ametralladoras del nivel Squad (Gpo Tir). El verdadero Proyecto de largo plazo abarca a la familia de ametralladoras livianas, parte importante del Programa LSAT (*Lightweight Small Arms Technologies*), todas ellas componentes de una nueva generación de armas livianas de gran performance y munición de tecnología avanzada que empleen el concepto ya mencionado reiteradamente de *Case Telescoped Ammo* y el aún más ambicioso *Caseless Ammo* (Munición sin vaina).

FIGURA 14: PROGRAMA LSAT (LIGHTWEIGHT SYSTEMS ARMS TECHNOLOGIES) - US ARMY

ROTATING CHAMBER PROVIDES IN-LINE PUSH-THROUGH FEED AND EJECTION FOR IMPROVED REALIABILITY

LONG STROKE, SOFT RECAL SYSTEM IMPROVES CONTROLLABILITY

LIGHTWEIGHT TELESCOPED AMMUNITION

FULL-LOOP POLYMER LINKS - LIGHTWEIGHT, HIGH STRENGTH

LIGHTWEIGHT AMMUNITION TECHNOLOGIES

Parallel Development of Cased and Caseless Telescoped Ammunition

Cased Telescoped Ammunition

- Full polymer cartridge.
- Up to 35% weight reduction vs. conventional ammo.

Caseless Telescoped Ammunition

- High ignition temperature propellant.
- Fully consumed upon firing - no case to eject.
- Up to 50% weight reduction.
- Up to 40% volume reduction

ADDITIONAL WEAPON TECHNOLOGIES

- improved operator interfaces.
- Improved supportability.
- Improved thermal management technologies for caseless ammunition.
- Lightweight material and structural design reduce weapon weight and size.

La necesidad de dotar de mayor potencia de fuego a los niveles tácticos inferiores impone, a su vez, establecer el foco del proyecto en la reducción de hasta un 35 por ciento del peso de las armas y reducción de hasta un 40 por ciento del peso de la munición transportada.

FIGURA 15: CARACTERÍSTICAS DE LA MUNICIÓN - PROGRAMA LSAT (LIGHTWEIGHT SYSTEMS ARMS TECHNOLOGIES)

6.5mm CT Ammo Characteristics

7.62 MM NATO | 7.62 MM CT | 6.5 MM CT | 5.56 MM CT

5.5MM CT CARTRIDGE HAS SIGNIFICANTLY BETTER PERFORMANCE THAN 7.62MM CT CARTRIDGE

METRIC	BRASS		CASED TELESCOPED	
	7.62mm	7.62mm	6.5mm	5.56mm
SIZE	Length (in)	2.8	2.032	1.556
	Diameter (in)	0.487	0.504	0.504
WEIGHT	Projectile Weight (grains)	131	131	62
	Ctg Weight (grains)	362	240	127
	Ctg % Weight Savings	-	34%	33% ¹⁾
	Belted Weight, 200 rds (lbs)	12.2	7.5	3.8
VOLUME	Volume	.406 in ³	.398 in ³	.215 in ³
	% Volume Reduction	-	16%	19% ²⁾

1 - Compared to 5.56mm NATO
2 - Compared to 7.62mm NATO

5. Lightweight Medium Machine Gun (LWMMG)

Se trata de un proyecto llevado adelante por GENERAL DYNAMICS a requerimiento del US Army con el objetivo de desarrollar un arma de apoyo de nivel Pelotón (Sec Tir), capaz de batir eficazmente blancos que se encuentren en el espacio físico, entre el máximo eficaz del calibre 7.62 milímetros (800 metros) y el .50 BMG (1500 metros y más).

El moderno calibre .338 LAPUA (8.6x70 milímetros), surgió en la década de los 80 cuando el US MARINES requirió a la empresa *Research Armaments industries (RAI)*, el desarrollo de un arma/cartucho capaz de batir blancos con gran precisión hasta los 1500 metros. Actualmente es el calibre preferido por los Tiradores especiales de Estados Unidos, Canadá, Reino Unido, Australia y otros países de la NATO, quienes lo tienen provisto en sus fuerzas y han obtenido resultados sorprendentes en el marco de las guerras de Afganistán e Irak.

Sobre la base de la excelente performance de los calibres de la “familia de los .338”, con ligeras modificaciones se desarrolló el cartucho .338 NORMA Magnum, para su empleo en la nueva ametralladora *Lightweight Medium Machine Gun (LWMMG)*. De acuerdo a lo expresado por los desarrolladores, a una distancia de 1000 metros, este proyectil tiene una energía remanente cinco veces superior a la del 7.62 milímetros.⁴⁵

Los requerimientos establecidos para LWMMG básicamente son:⁴⁶

- > Disponer de un arma portátil de apoyo capaz de batir blancos hasta los 1800 metros que supere en alcance y poder de fuego a las armas en calibre 7.62x54 milímetros empleadas por el oponente.
- > Mecanismo con suave retroceso, similar al de armas en calibre 7.62 milímetros garantizando así estabilidad y precisión en fuego automático.
- > Peso menor a 12 kilos. Cadencia de fuego: 500 dpm.
- > Cañones con QCB (*quick change barrel*) con diferentes opciones de longitud, para distintos empleos.
- > Desarrollo cooperativo con otras empresas, de cartuchos con vaina de polímero, lo que permitirá reducir hasta en 6 kilos una dotación de 500 cartuchos.

FIGURA 16: PROYECTO LWMMG (LIGHTWEIGHT MEDIUM MACHINE GUN) CALIBER .338 NORMA.



Según expresa General Dynamics, “La .338 Lightweight Medium Machine Gun es la nueva generación de ametralladoras para nuestros combatientes que les proporcionará la capacidad de superar en alcance y poder de fuego a todas las ametralladoras portátiles en uso alrededor del mundo”⁴⁷.

⁴⁵ Recuperado de <http://soldiersystems.net/2017/03/20/gd/>

⁴⁶ Lightweight Medium Machine Gun. GENERAL DYNAMICS Ordnance and tactical Systems. Recuperado de https://www.gd-ots.com/armament_systems/ics_lwmmg.html

⁴⁷ Recuperado de <http://soldiersystems.net/2017/03/20/gd/>

6. XM25 precision-guided grenade launcher

Los lanzagranadas (LGr) de 40 milímetros son sistemas de apoyo de fuego muy empleados por la mayoría de los ejércitos. Durante la década de los 90, el US ARMY comenzó a pensar en el reemplazo del muy probado pero ya anticuado LGr M203 y se llevó adelante el desarrollo de un ambicioso programa denominado **XM29-OICW** (*Objective Individual Combat Weapon*). Este programa, promocionado como “el sistema que revolucionaría el combate cercano de la infantería” tenía por objetivo diseñar un arma que dispusiera en la misma plataforma de un fusil compacto calibre 5.56 milímetros y un lanzagranadas semiautomático, capaz de disparar proyectiles de calibre 20 milímetros. El desarrollo fue llevado a cabo por el consorcio de empresas **Alliant Techsystems(ATK) /H&K/ Contraves** y pese a haberse realizado prototipos y ensayos hasta el año 2002, el resultado obtenido fue un arma muy voluminosa, pesada, costosa y poco ergonómica, para su empleo en el tipo de combate urbano que planteaban los nuevos escenarios de guerra híbrida.

En 2005 el **XM 29 - OICW** fue cancelado y se resolvió dividir el programa original en dos subprogramas: El **XM8** para el desarrollo de un fusil de asalto (que también fue cancelado al poco tiempo por la pobre performance del calibre 5.56 milímetros) y el segundo programa denominado **XM25 – CDTE (Counter Defilade Target Engagement)** con el objetivo de desarrollar un arma de hombro individual que pudiera disparar pequeños proyectiles explosivos de tiro curvo para batir posiciones a cubierto en desenfilada. Un informe del US Army del 2008 establecía que se había identificado una importante falencia operativa (En el nivel Squad – Gpo Tir), para batir con eficacia blancos en desenfilada a distancias hasta los 500 metros. El objetivo era desarrollar y producir un arma que pudiera solucionar esa debilidad y el desafío tecnológico a resolver era que el sistema combinara la posibilidad de disparar un pequeño proyectil explosivo de fragmentación con espoleta inteligente, todo ello asociado a un moderno sistema de puntería y adquisición de blancos. El proyecto fue adjudicado en 2008 a las empresas Heckler&Koch y ORBITAL ATK⁴⁸.

El **XM25** es un arma semiautomática con principio de funcionamiento por toma de gases que permite disparar desde el hombro cartuchos del tipo “*airburst*”⁴⁹ en calibre 25 milímetros. El sistema consta de tres componentes integrados: Sistema de adquisición de blancos y control del fuego (TA-FCS “*Target Acquisition Fire Control System*”) – Conjunto Arma - Proyectil Airburst 25 x 40 milímetros. El sistema de adquisición de blancos y control de fuego identifica el blanco, determina la distancia y dispara, programando la munición para que detone por encima o cerca del blanco y cubra el área con fragmentos. Este sistema integra visión óptica digital y térmica, telemetría láser y compás digital que le permiten programar la espoleta del proyectil para una detonación exacta en espacio y tiempo. La munición tiene la particularidad de que su sofisticada espoleta programable se encuentra ubicada en la parte media del proyectil, por lo que al momento de detonar, las esquirlas se reparten de manera uniforme tanto hacia adelante como hacia atrás. Con un peso final del conjunto no superior a los siete kilos tiene un alcance de 500 metros para batir blancos pun-

⁴⁸ XM 25 "Counter defilade engagement program". Recuperado de <http://www.military.com/equipment/xm25-counter-defilade-target-engagement-system>.

⁴⁹ AIRBURST: proyectiles explosivos que tienen la particularidad de detonar en el aire durante la fase final de su trayectoria, a diferencia de los tradicionales "por impacto". Emplean un preciso mecanismo de tiempo y son especialmente diseñados para batir blancos en desenfilada, aumentando así el efecto de la explosión y las esquirlas.

tuales y hasta 700 metros para batir pequeñas áreas. Bautizado “*The Punisher*” por las tropas que lo probaron en Afganistán, este tipo de arma disminuye la necesidad de requerir apoyo de fuego de elementos no orgánicos (Artilería, morteros, etc.), lo que permite un uso más racional de los fuegos y dota, además, a las pequeñas fracciones, de la capacidad de batir eficazmente blancos de oportunidad. El proyecto incluye futuros desarrollos de munición perforante, pequeñas cargas huecas e incluso munición antitumultos con efectos “no letales”.

En 2011 se completó la etapa de desarrollo y ensayos y se fabricaron algunas series reducidas para su evaluación operacional. Varias unidades fueron desplegadas en Irak y Afganistán y probadas en condiciones de combate real. Pese a los buenos resultados iniciales, informes posteriores mencionaron problemas de funcionamiento en condiciones extremas, lo que sumado a retrasos por parte de las empresas adjudicatarias en el cumplimiento de etapas importantes del proyecto, motivaron que en abril de 2017 el US Army cancelara su contrato con **ORBITAL ATK**, contratista fundamental para el desarrollo de la munición y del complejo sistema TA-FCS⁵⁰.

Esta nueva situación modificó los planes iniciales de producir lotes piloto del sistema para fines de 2017 por lo que, a la fecha, el proyecto se encuentra en “stand-by” y en revisión integral y se analizan diferentes alternativas para su continuidad.

No obstante ello, se prevé que dado el grado de avance alcanzado, los enormes presupuestos invertidos, así como el interés y necesidad de disponer de un arma de esas características en las menores fracciones, el proyecto debería reiniciarse en el corto plazo. Sobre todo, si se tiene en cuenta que países como Rusia, China y Corea del Sur, que emplean profusamente los sistemas lanzadores de granadas portátiles en sus pequeñas fracciones, llevan adelante desarrollos similares.

D. Los Morteros de 60 y 81 milímetros

1. Consideraciones

Por similitud a lo planteado para el caso de las armas de apoyo de tiro tendido, el escenario de combate actual requiere de apoyo de fuego de artillería a corta distancia, con tropa propia empeñada en combate urbano y en un entorno de oponentes mimetizados entre la población civil. En esa condición resulta difícil la ejecución de fuegos de apoyo de artillería de campaña, debido a los riesgos de daño colateral que ello conlleva e incluso la posibilidad de batir tropa propia. La experiencia del reciente conflicto en Afganistán ha motivado que países como Estados Unidos, Italia y Alemania, implementaran diversos proyectos para la actualización de sus morteros livianos⁵¹.

FIGURA 17: PROGRAMA XM 25 COUNTER DEFILADE TARGET ENGAGEMENT.



⁵⁰ TA-FCS: Target Adquisition Fire Control System.

⁵¹ “Future Mortar Systems 2016”. Realizado entre el 25 y 27 de octubre de 2016 (Londres, Reino Unido)

Tal cual se concluyó en el “*Artillery Symposium 2016*”⁵², los morteros han tenido una verdadera revalorización, por resultar la herramienta ideal para la ejecución de fuegos de apoyo, realizados habitualmente a corta distancia pero para los que se requiere de gran precisión. En el Seminario “*Future Mortar Systems 2016*”⁵³ se concluyó también: “*Los morteros llenan el vacío, en términos de alcance, poder de fuego y movilidad, entre las armas portátiles como el lanzagranadas y los pesados sistemas de artillería de campaña*”.

Fracciones aisladas que operan en misiones de vigilancia y reconocimiento han encontrado en los morteros una herramienta ideal para resolver complejas situaciones de empuñamiento en combate a distancias medias, por lo que se observa una tendencia en muchos países de reconsiderar la asignación orgánica de los morteros livianos de 60 y 81 milímetros en los niveles de Sección / Grupo de tiradores.

Como aspecto desfavorable, el peso de los morteros tradicionales de 81 y 60 milímetros sigue siendo una limitación para el desplazamiento de fracciones a pie y hasta en vehículos livianos. Por ello se han iniciado gran cantidad de proyectos, orientados principalmente a la búsqueda de nuevos materiales y procesos de fabricación que aligeren el peso en los componentes. Otro ámbito de investigación y desarrollo que avanza muy fuertemente es el empleo de municiones guiadas de corto alcance que hasta hace poco tiempo eran exclusivas de los morteros pesados de 120 milímetros y ya han llegado a los de 81 y 60 milímetros. Describiremos sintéticamente algunos de ellos.

2. Tendencias y Nuevos proyectos de Morteros Livianos

a. Nuevos materiales

Hace ya varios años se trabaja en el desarrollo de materiales y procesos de fabricación que reduzcan el peso final de las armas tanto las de uso individual como las empleadas por las menores fracciones. La fabricación de componentes estructurales cilíndricos mediante la técnica de fabricación denominada “*Filament Winding*” se presenta como una interesante alternativa para desarrollar: Fibras sintéticas de altas prestaciones mecánicas, tales como fibra de vidrio, de carbono y otras, embebidas en resinas especiales, fueron vistas inicialmente como soluciones integrales. No obstante ello, las presiones de trabajo involucradas así como el efecto erosivo de los gases a alta temperatura en el momento del disparo demostraron que los tubos tenían una vida útil de pocos disparos, lo cual las transformaba en armas, en muchos casos, “descartables” y para empleo ocasional. Sin embargo, la experiencia adquirida en el desarrollo de tecnologías y materiales que permitieran avanzar en la reducción de los pesos, en algunos casos de hasta 50 por ciento del original resultó muy valiosa. Se comenzó entonces a estudiar el desarrollo de “*bocas de fuego de materiales compuestos*”, las que básicamente se conformaban con un cuerpo interior metálico, contenido dentro de un componente estructural tubular, realizado en fibras sintéticas de alta resistencia embebidas en resinas especiales.

Se pueden destacar una serie de proyectos que lleva adelante el RDECOM (*US Army Research, Development and Engineering Command*), en el marco de un Programa integral denominado “*Lightweight Large Caliber Weapons*”⁵⁴. Este Programa tiene por objetivo

52 “*Future Artillery Symposium 2016*”: Realizado entre el 23 y 25 de mayo de 2016 (Londres, Reino Unido)

53 “*Future Mortar Systems 2016*”: Realizado entre el 25 y 27 de octubre de 2016 (Londres, Reino Unido)

54 *Lightweight Large Caliber Weapons Program*. Recuperado de https://ndiastorage.blob.core.usgovcloudapi.net/ndia/2015/armament/tues17342_Littlefield.pdf

encontrar soluciones tecnológicas innovadoras que permitan reducir sensiblemente el peso final de las armas de gran calibre de artillería y morteros. Pero todo ello, sin resigar ciertas características fundamentales específicas que debe poseer una boca de fuego, tales como dureza, elasticidad, resistencia a las altas presiones y temperaturas, resistencia a la erosión, etc., cualidades que garantizan la durabilidad y vida útil de estas armas.

Para el caso de los morteros, se exploran variedad de alternativas. Tubos de fibras de alta resistencia mecánica como las de carbono y otras. Morteros de material compuesto, con el ánima del tubo en Titamio o aceros altamente aleados de poco espesor (0.6 milímetros), en algunos casos cubiertos con tubos de aluminio y todo el conjunto dentro de un cuerpo fabricado por *filament winding*, con fibras de carbono embebidas en resinas de alta resistencia a mecánica y térmica. Algunas de las alternativas que se desarrollan son: Polymer Matrix Composites (PMC), Ceramic Matrix Composites (CMC) profusamente empleada en la industria aeronáutica por sus propiedades mecánicas y térmicas, con 1/5 del peso de piezas equivalentes en aleaciones metálicas, Metal Matrix Composites (MMC), entre otras. La descripción de estas, obviamente, excede el alcance del presente trabajo, pero a modo ilustrativo puede consultarse la siguiente publicación del RDECOM que se cita al pie de página⁵⁵.

FIGURA 18: MORTEROS CALIBRE 81MM DE MATERIAL COMPUESTO. (US ARMY)



b. Desarrollos de munición 60 y 81 milímetros

1. Munición guiada

La difusión en los últimos años de las “Precision Guided Munitions” (PGM) han puesto de manifiesto las enormes ventajas que ellas tienen: Eficacia en el primer disparo (Ahorros en munición – beneficios logísticos) – Incremento en la supervivencia de las propias tropas (Menor tiempo de exposición. “Shoot and scoot”) – Disminución del daño colateral, etc. Hasta hace pocos años impensadas para su empleo en armas de “pequeños” calibres como los morteros, las PGM han llegado también a ellos, gracias a los avances en la miniaturización de los componentes electrónicos y en la reducción de los costos de los mismos.

Muy empleados por la artillería desde hace algunos años, los altos costos de los PGM completamente autónomos como el EXCALIBUR (Raytheon), VULCANO (OtoMelara), el KRASNOPOL guiado con Laser semiactivo (Rusia), motivaron que su empleo se limitará a las grandes armas de 155 milímetros y para ejecutar misiones de fuego muy específicas y de gran alcance.

Desde hace algunos años, la llegada del revolucionario concepto de “kit de guiado” – Precision Guided Kit (PGK), con el que se transforma una munición de morteros o de artillería convencional en un proyectil de precisión permitió reducir hasta 10 veces los costos respec-

⁵⁵ “Lightweighting of large caliber weapons: presents and future”: US Army RDECOM. Recuperado de https://ndiastorage.blob.core.usgovcloudapi.net/ndia/2015/armament/tues17342_Littlefield.pdf

to de las municiones guiadas mencionadas. Esto ha impulsado proyectos para los morteros de 120 milímetros, siendo un referente en su tipo el Mortar Guided Kit (MGK) denominado XM 395 de la empresa Orbital ATK⁵⁶. Desarrollado a requerimiento del US Army como parte del programa denominado “*Accelerated Precision Mortar Initiative (APMI)*”, este sistema combina guiado GPS con la asistencia de superficies de control (Canards), que permiten obtener una precisión de CEP⁵⁷ 10 metros, con el beneficio de sus bajos costos. El sistema completo se conforma con el cuerpo del proyectil original, en el cual se ensambla el kit XM395. Este Kit consiste a su vez en dos componentes principales: Un conjunto de guiado que se ensambla en la parte delantera del Proyectil (en el sector roscado alojamiento de la espoleta) y un sistema de estabilización que reemplaza al conjunto cola del proyectil original. Finalmente, el kit se complementa con una Unidad portátil denominada “*Universal Mortar Setter System*” con la cual se realiza la carga de los datos en el proyectil, en los momentos previos al disparo.

FIGURA 19: KIT DE GUIADO ATK PARA PROYECTIL DE MORTERO 120 MILÍMETROS



Debido a la poca precisión de los proyectiles de mortero convencionales de 120 milímetros, con valores de CEP de hasta 130 metros para el máximo alcance (siete kilómetros), los fuegos consisten en ráfagas para batir zonas, con lo cual los consumos de munición son muy altos. Si tenemos en cuenta que un kit de guiado, otorga valores de precisión inferiores a CEP 10 metros, es sencillo deducir que la probabilidad de cumplir la misión de fuego con 1 / 2 disparos es muy alta, generando enormes beneficios: Probabilidad de impacto en el primer disparo, sorpresa, ahorro de munición, supervivencia de la pieza, cantidad de misiones a cumplir, etc.

El verdadero desafío tecnológico para los próximos años es lograr que los proyectiles guiados lleguen también al ámbito de los morteros de 81 y 60 milímetros. **Morteros más livianos y munición de gran precisión**, son los dos aspectos clave que justifican y fundamentan la asignación de los morteros en las menores fracciones. *(Para ampliar la presente información, se sugiere consultar el Trabajo realizado sobre “Munición guiada de artillería y Morteros en TEC1000 del año 2016”⁵⁸.*

2. Munición más letal

Hay una cantidad de proyectos destinados a incrementar los efectos terminales de los

⁵⁶ XM 395. Precision Mortar. ORBITAL ATK. Recuperado de [https://www.orbitalatk.com/defense-systems/armament-systems/xm395/docs/109493_08%20XM395%20PGK%20for%20Mortars%20\(Aproved\).pdf](https://www.orbitalatk.com/defense-systems/armament-systems/xm395/docs/109493_08%20XM395%20PGK%20for%20Mortars%20(Aproved).pdf)

⁵⁷ CEP - Error circular probable: Valor de probabilidad que indica que el 50 por ciento de los proyectiles disparados por un arma, impactarán dentro de un círculo cuyo Radio es esa medida.

⁵⁸ Trabajo publicado en TEC 1000 (2016) del CEPTM (Centro de Estudios de Prospectiva Tecnológica Moscon) - <http://www.ceptm.iue.edu.ar/tec1000/index.html>

proyectiles de morteros livianos. A modo de ejemplo, mencionamos el que lleva adelante la empresa **ORBITAL ATK** junto con **SAAB Dynamics**, a requerimiento del US Army. Consiste en un proyectil de mortero calibre 60 milímetros denominado M1061, que emplea en su cabeza de guerra un desarrollo tecnológico aplicado también en munición de artillería, denominado *Lethality Enhance Ordnance (LEO)*⁵⁹.

Con él se logra un aumento sustancial en la letalidad, al emplear en el cuerpo del proyectil una matriz compuesta de fragmentos preformados, y como carga un explosivo del tipo “*plastic bonded explosive*” PBXN-110⁶⁰. Todo ello le otorga al proyectil M1061, un efecto de balística terminal similar al de un proyectil 81 milímetros, lo que proporciona un incremento notable en su capacidad, permitiendo cumplir eficazmente misiones de fuego, antes asignadas a armas de calibres mayores.

Si tenemos en cuenta que el peso promedio de un proyectil de 60 milímetros está entre los 1.7 y 2.8 kilos, mientras que el de 81 milímetros pesa entre 4.5 y 6 kilos, resultan evidentes los beneficios operacionales y logísticos de este desarrollo.

c. Sistemas de asistencia a la puntería y el tiro

Además de los sistemas portátiles de procesamiento de los datos de tiro, muy generalizados en el ámbito de los morteros desde hace años, es interesante destacar un proyecto específicamente diseñado para facilitar la entrada en posición de estas pequeñas piezas y el procesamiento de los datos de tiro, asistiendo de esta forma a la capacidad de realizar el “primer disparo” de forma más rápida, lo que permite la ejecución del cada vez más necesario “Shoot-and-scoot”⁶¹.

Este desarrollo denominado WULF (*Weaponized Universal Lightweight Fire-Control*)⁶², comenzó en el 2010 con la propuesta de un ingeniero del *Picatinny Arsenal (US Army)*, de dotar a las pequeñas fracciones de un sistema eficiente y portátil de dirección de fuego. Se basó en la integración de los cada vez más pequeños sistemas sensores disponibles, contenidos en un dispositivo de reducidas dimensiones y liviano, que fuera apto y suficientemente portátil como para su empleo por las dotaciones de los morteros de 60 y 81 milímetros. Así se logró desarrollar un robusto, liviano y muy eficiente sistema de control de tiro y asistencia a la puntería, para estas nobles armas de apoyo cercano.

El sistema de control incluye: una computadora, un dispositivo de puntería y un display táctil para asistir al operador. Estos sistemas contienen Giróscopos y acelerómetros MEMs (Micro electro mechanical), además de compás digital y cámara óptica para mejorar la visión hacia adelante. Todo ello con un peso menor a cinco kilos, con prestaciones equivalentes a las que hoy tienen los sistemas de dirección de tiro de los morteros pesados de 120 milímetros, pero con un costo final del producto unas 10 veces menor.

⁵⁹ Lethality Enhance ordnance (LEO): Munición de letalidad mejorada.

⁶⁰ Plastic Bombed Explosive (PBX): Se fabrica a partir de un explosivo en polvo, que se conforma aglutinándolo en una matriz polimérica, lo cual le confiere especiales propiedades. Entre las más importantes podemos destacar su capacidad de absorber golpes y una menor sensibilidad frente a los esfuerzos termomecánicos, lo cual le otorga mayores estándares de seguridad. Además, al comportarse en cierta forma como un elastómero, puede prensarse y mecanizarse obviamente en rangos de temperaturas controladas.

⁶¹ “Shoot-and-scoot”: Táctica aplicada por la artillería y los morteros que consiste básicamente en disparar y abandonar rápidamente la posición, de manera tal de ser vulnerables a los fuegos de contra-batería del oponente.

⁶² Recuperado de <http://armytechnology.armylive.dodlive.mil/index.php/2015/01/01/picatinny-engineers-use-advanced-sensor-technologies/>

Según sus desarrolladores, una dotación estándar de un mortero de 81 milímetros demora unos cuatro minutos en apuntar y hacer fuego. Empleando WULF, ese tiempo puede reducirse a un minuto. Además, al resultar más rápidas las correcciones entre disparo y disparo, ese tiempo puede reducirse de 20 a 30 segundos e incrementar la posibilidad de hacer varios disparos antes de abandonar la posición.

El proyecto ha aprobado todos los test y evaluaciones requeridos por lo que pasó a la categoría de “*Future Years Defense Program*”, asegurando así su financiamiento plurianual. Se estima su producción en baja escala a partir del 2021 y su empleo operacional para el 2022⁶³.

FIGURA 20: WEAPONIZED UNIVERSAL LIGHTWEIGHT FIRE CONTROL WULF (US ARMY).



NUEVAS TECNOLOGÍAS QUE SE EMPLEAN

Después de haber desarrollado en los puntos anteriores las tendencias más relevantes que se observan en el armamento portátil, no podemos dejar de mencionar algunas **Tecnologías de fabricación** que, luego de varios años de ensayos y experimentación, han superado la etapa de escala de laboratorio, posicionándose con fuerza en la industria del sector Defensa al ofrecer soluciones verdaderamente innovadoras.

A. La fabricación aditiva

1. Consideraciones:

La fabricación aditiva (Additive Manufacturing-AM) es un novedoso concepto de producción, mediante el cual la materia prima, que puede ser plástico, metal u otras, es depositada en forma de capas sucesivas en un contenedor o recipiente, al ser sometida al efecto de una fuente de energía, (generalmente láser), permite obtener formas geométricas predeterminadas de gran precisión. En la fabricación aditiva (AM) el desarrollador toma un modelo de diseño asistido por computadora (CAD) y lo envía a un equipo especial de AM, que imprime así el objeto en capas sucesivas.

También conocida como “Impresión 3D”, esta tecnología emergente viene posicionándose desde hace varios años en el ámbito de la producción seriada de piezas y alcanza excelentes niveles de calidad y precisión en la manufactura. En la “*Additive manufacturing on Aerospace, defense & Space 2017*”, realizada en Londres (Reino Unido) en febrero de 2017 se concluyó: “*Desde que la primera patente fue aprobada en 1984, la fabricación aditiva (AM) ha tenido el potencial de revolucionar el mercado global. El avance de esta tecnología en las últimas tres décadas ha motivado que algunos la llamen “la tercera revolución industrial”. En el sector aeroespacial y de defensa, ha aportado soluciones a la cadena de aprovisionamiento y el manejo de los materiales, así como revolucionado los procesos de producción*”⁶⁴.

⁶³ Recuperado de <http://tradocnews.org/tag/weaponized-universal-lightweight-fire-control/>

⁶⁴ Additive Manufacturing on Aerospace, Defense&Space Conference – London UK (2017):“Additive manufacturing: On the cusps of an Aerospace Defense and Aerospace Revolution”.

Comparada con otras técnicas de fabricación tradicionales, como la extractiva, el moldeo o la conformación, con AM se reducen enormemente los procesos y los tiempos, al no ser necesario el empleo de equipos o dispositivos intermedios y se demanda menos mano de obra directa. Sumado a ello, al no tener prácticamente “scrap” en los procesos, permite importantes reducciones de costos y aumento de las capacidades industriales de producción. En el caso de la industria del armamento, especialmente del militar, algunos países evalúan y analizan el empleo de esta tecnología en la fabricación de componentes diversos.

Particularmente en Estados Unidos y China, sus Fuerzas Armadas exploran activamente el impacto de las tecnologías emergentes, como es el caso de la AM, en la logística de sostenimiento de las operaciones. Sin embargo, en ambos casos existe coincidencia respecto de que todavía no se ha alcanzado un nivel de madurez suficiente, como para que esta tecnología reemplace por completo a la fabricación tradicional. Aún queda mucho por evaluar antes de incorporar en forma generalizada este procedimiento a la cadena de abastecimiento de las tropas, lo cual se estima podría ocurrir en unos 10/15 años.

Por otra parte, pese a los enormes beneficios que se producen desde el punto de vista de la logística de obtención y abastecimiento, el AM presenta algunos problemas concurrentes derivados de su masiva difusión de su empleo en el público general, los que podrían así acceder fácilmente a componentes de armas, que se comprarían en mercados paralelos no regulados. La normativa legal vigente a nivel global también deberá realizar una adecuación a esta nueva tecnología que ha llegado para quedarse.

2. Additive Manufacturing (AM) en piezas de armas

Podemos afirmar que en la últimas tres décadas, la industria del armamento convencional ha ido realizando una progresiva transición del metal hacia el polímero, para la fabricación de un mayor número de partes de armas. Grandes esfuerzos en Investigación y Desarrollo sobre este campo permiten afirmar hoy que los polímeros se presentan como férreos competidores de los componentes metálicos de armas, por ahora en aquellas piezas que no están sujetas a condiciones extremas de temperatura, presiones, rozamiento o erosión durante el disparo.

Obviamente la resistencia mecánica al corte y a repetidos ciclos de altas temperaturas, son dos exigencias que los materiales como el polímero aún no han podido resolver, por lo que los metales seguirán estando presentes en los componentes vitales de las armas. No obstante ello, mejores prestaciones en piezas no tan solicitadas mecánicamente, menores costos y reducción de pesos han sido algunas de las motivaciones que fundamentan esta tendencia, que ya alcanzó un importante grado de madurez y aceptación, aún en el ámbito militar en el que, por mucho tiempo, los “plásticos” fueron muy resistentes.

Durante años, el método más tradicional de fabricación de piezas que emplean polímeros ha sido el “*Metal Injection Moulding*” (MIM), que garantizaba bajos costos y altos estándares de producción. Podríamos considerar precursora de esta tendencia a la famosas pistolas Austríacas *Glock*, que con su modelo 17 en la década de los 80, revolucionó el mercado de las armas de puño y como vimos anteriormente, ya ha ganado un merecido lugar en el campo de la seguridad y defensa.

Con el advenimiento de la producción aditiva, su aplicación a la fabricación de piezas de armamento portátil comenzó tímidamente con pequeños componentes, tales como cachas de empuñaduras, guardamanos de fusiles, alzas y guiones, expandiéndose progre-

sivamente a otras piezas más relevantes como cargadores, armaduras de pistolas (Frame), cajones de mecanismos de fusiles (Lower Receiver).

Relacionado con esto último, en Estados Unidos se puede observar una enorme difusión de componentes, especialmente de fusiles de asalto AR 15, en el mercado civil de los aficionados a las armas, por la posibilidad que genera la "customización" de estas. Como se verá más adelante, ello ha generado también un serio problema que afecta a la seguridad, debido a la dificultad de seguimiento y control del destino final de estos componentes.

Podemos destacar, como un hecho promisorio acerca de las capacidades futuras del 3D printing, el caso de la empresa **SOLID CONCEPTS Inc.** Esta fabricó una réplica funcional de la afamada pistola COLT 1911, íntegramente con esta tecnología, pero empleando un equipo EOSINT M270 Direct Metal 3D Printer, que imprime metales en lugar de polímeros.

La citada pistola funciona en perfectas condiciones y la empresa confirma haber realizado más de 4000 disparos con ella. El equipamiento empleado así como los altos costos de la materia prima, hacen inviable aún la comercialización de este producto que tiene un costo final de 10:1 frente al original. Sin embargo, la fabricación integral de las piezas de un arma y su funcionamiento permitieron validar el empleo de la tecnología AM de metales para su empleo en armas de fuego.

Otro caso de interés a mencionar en componentes de armas, si bien no se trata de la AM más tradicional, es la técnica de fabricación denominada "3D Weaven Composites"⁶⁵. Es una evolución del laminado tradicional en 2D de materiales compuestos, que comenzó a ser ensayado en la fabricación de placas bases de mortero hace ya algunos años. Se comprobó que con "3D weaven", se lograba obtener una sensible reducción del peso, con mejores propiedades mecánicas y resistencia que las piezas de aluminio. Para ampliar esta información puede consultarse un interesante artículo en <http://www.textileworld.com/>⁶⁶.

FIGURA 21: LOWER RECEIVER DE POLÍMERO PARA FUSIL AR 15. (VERSIÓN CIVIL M16/M4), FABRICADO POR ADDITIVE MANUFACTURING (AM)



FIGURA 22: PISTOLA COLT 1911 FABRICADA ÍNTEGRAMENTE CON IMPRESIÓN 3D (AM) DE METALES



⁶⁵ 3D Weaven Composites: Si bien no tiene una traducción literal, podemos decir que se trata de un proceso de fabricación con el que se obtiene un "tejido en 3D de materiales compuestos", a diferencia del AM que consiste en la aplicación de capas sucesivas de material.

⁶⁶ 3D Weaven Composites: Recuperado de <http://www.textileworld.com/textile-world/nonwovens-technical-textiles/2014/03/3-d-woven-composites-a-novel-application-3/>

3. AM en piezas de munición

Si bien el empleo de la fabricación aditiva ya lleva años empleándose en proyectos de cohetes y misiles, principalmente para partes de ojivas o componentes de los elementos de sustentación, su uso en proyectiles de artillería y morteros no era habitual. El procedimiento más tradicional para la fabricación de este tipo de proyectiles demanda grandes prensas de forja (Recalcado, embutido y ojivado) y equipamiento para el mecanizado final, lo que asegura calidad en el producto terminado. Pero todo ello demanda importantes instalaciones industriales específicas, genera altos costos y ciertas limitaciones cuando son requeridos grandes volúmenes de fabricación.

Sin embargo, desde 2016 el Cuerpo de US Marines se encuentra trabajando en un proyecto para fabricar cabezas de guerra de proyectiles, completamente con “3D printing”. El objetivo principal del proyecto es obtener una munición con mayor efecto letal y que aporte beneficios frente a las ojivas convencionales. Este sistema permite fabricar la cabeza de guerra de los proyectiles, con diseños interiores y exteriores específicos, de manera tal que generen un determinado patrón de fragmentación, mejorando así sus efectos de balística terminal, fundamental en los proyectiles de tiro curvo.

Lograr patrones de fragmentación controlada, empleando los métodos tradicionales de fabricación resulta costoso y lento, pero con AM es posible. Los beneficios de disponer de una cabeza de guerra que se comporte de una manera deseada y controlada al fragmentarse resulta un avance muy importante al mejorar los efectos sobre determinado tipo de blancos y a la vez reducir el daño colateral en un entorno de combate urbano⁶⁷.

FIGURA 23: PROYECTILES MOR 81MM CON IMPRESIÓN 3D (AM) DE METALES



4. Un proyecto: AM para el lanzagranadas M203

En junio de 2013, científicos e ingenieros de Picatinny Arsenal - New Jersey (Estados Unidos) presentaron oficialmente un lanzagranadas de calibre 40 milímetros y su munición de ejercicio que fueron fabricados casi íntegramente AM. El objetivo era demostrar la aplicabilidad de esta tecnología para la fabricación de armas livianas, normalmente demandadas en grandes series, validando así un nuevo concepto de ingeniería de desarrollo y fabricación⁶⁸.

El lanzagranadas impreso fue el modelo M203 y la granada fue la M781 “Training” de 40 milímetros. Se seleccionó este modelo de lanzagranadas monotiro y su munición, por tratarse de un arma relativamente sencilla, que no presenta grandes exigencias de presiones, temperaturas, velocidades, fricciones ni erosión en el disparo, como podría ser el caso

⁶⁷ Recuperado de Fuente: <http://www.military.com/daily-news/2016/09/29/marines-conducting-tests-with-3d-printed-munitions.html>

⁶⁸ Recuperado de <https://medium.com/@RDECOM/army-fires-ammo-grenade-launcher-created-with-3-d-printing-2f8b12aacd53>

de armas portátiles automáticas. De las 50 piezas componentes del modelo, prácticamente el 90 por ciento fueron fabricadas con una máquina y en un tiempo de 35 horas.

Según los desarrolladores, las **etapas siguientes** del proyecto serán:

1. Lograr la fabricación de los propulsores del cartucho con AM.
2. Que la totalidad de las piezas sean fabricadas, respetando los materiales que originalmente tienen tanto el arma como su cartucho (aluminio, acero, plásticos, etc.)⁶⁹. De esa forma, se integrarían en la línea de producción, equipos de AM que procesen metales, con otros que procesen plásticos u otros materiales.

FIGURA 24: LANZAGRANADAS 40MM FABRICADO CON ADDITIVE MANUFACTURING (AM). INCLUYE COMPONENTES DE METAL Y POLÍMERO



Este tipo de desarrollo y la implementación de una moderna tecnología de fabricación como el AM constituyen un paso significativo en el camino hacia la reducción del tiempo que los ingenieros necesitan para investigar, desarrollar y fabricar municiones y armas.

5. AM y los beneficios que aporta a la logística Militar

Hace ya varios años el cuerpo de **US MARINES**, estudia incorporar a sus Unidades Logísticas equipos de AM en los Batallones de Mantenimiento en operaciones. El proyecto denominado **X - Fab "Expeditionary Fabrication"** consiste en un contenedor plegable de 7x7 metros, que puede llevar hasta cuatro equipos de AM y un scanner necesario para el relevamiento de nuevas piezas. Operado por cuatro especialistas y con un peso de cinco toneladas, ya ha sido agregado para su despliegue operacional, al C7912 "Taller Móvil de mantenimiento", complementando así a las fresadoras, tornos y perforadoras tradicionales. Esto otorga la capacidad de "fabricación rápida" de partes en el Nivel de Batallón y, así, se reduce la carga logística que implica llevar gran cantidad de repuestos, que ahora podrán estar disponibles en pocas horas⁷⁰.

Por su parte, la **Armada de China (PLA)** ha instalado sistemas de AM en algunos de sus buques para producir pequeños repuestos vitales para la flota. China lleva más de 15 años empleando AM en el ámbito militar, pero hasta ahora su utilización estaba orientada a la industria aeronáutica y espacial. Se tiene conocimiento de dos casos concretos de aplicación de AM en operaciones militares. En uno de ellos, el destructor Type 052D "HARBIN" se encontraba patrullando el Mar Árabe y sufrió la rotura de un engranaje de la transmisión de una de sus hélices⁷¹. La disponibilidad del equipamiento citado en el buque, permitió

⁶⁹ Recuperado de <https://medium.com/@RDECOM/army-fires-ammo-grenade-launcher-created-with-3-d-printing-2f8b12aacd53>

⁷⁰ Recuperado de http://www.upi.com/Defense-News/2017/08/16/Marine-Corps-testing-mobile-3d-printing-lab/2121502882015/?st_rec=9971503519630.

⁷¹ Recuperado de <https://3dprint.com/35981/china-pla-navy-3d-printing/>

solucionar en escasas horas lo que hubiera sido un problema crítico para la continuidad de la operación⁷².

Teniendo en cuenta estas experiencias, muchos países están implementando sus proyectos específicos, por lo que podemos afirmar que el AM acompañando el despliegue operacional de las Fuerzas, constituye una capacidad logística verdaderamente revolucionaria, que todos los ejércitos se esfuerzan por incorporar.

6. AM: Un problema de seguridad relacionado

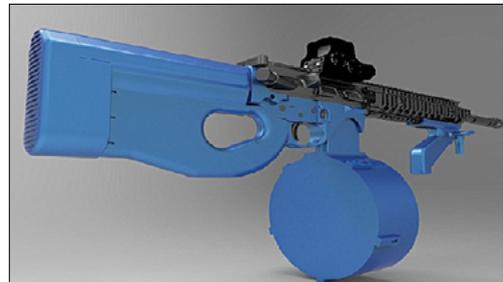
Pese a los enormes beneficios que aporta esta novedosa tecnología en el campo de la logística de obtención y abastecimiento, su crecimiento exponencial y, por sobre todo, la difusión masiva del AM entre particulares, para la producción unitaria o en pequeña escala de piezas diversas, presenta serios problemas que afectan directamente a la seguridad de los países.

En mayo de 2013 un ciudadano de Estados Unidos, Cody Wilson presentó la primera arma fabricada completamente en AM a la que llamó “*The Liberator*”, una pistola monotiro que podía disparar cartuchos calibre .380 ACP⁷³. La información técnica para fabricarla se expandió rápidamente por la web y pese a que fue removida, ya había cientos de ellas fabricadas por aficionados a un costo de sólo nueve dólares en materia prima. Este desarrollo, su sugestivo nombre y la accesibilidad ente particulares generaron verdadera conmoción entre las autoridades. Planteaba un problema grave relacionado con la seguridad, pero generaba además un debate acerca de las restricciones a las libertades individuales que podían ser aplicadas a los ciudadanos y cómo implementar un control efectivo sobre una capacidad de fabricación, ahora disponible para el público en general. ¿Era un simple juguete inofensivo? ¿Era sólo un hobby de un grupo de aficionados a las armas y a esta nueva tecnología de fabricación?⁷⁴

Lo cierto es que en poco tiempo comenzaron a aparecer nuevos diseños: pequeñas pistolas tipo “*Derringer*” de dos disparos, algunos revólveres de cañones rotativos, e incluso una carabina monotiro para calibre 22lr. Con la difusión en la web de videos que exponían prototipos “que disparaban”, se confirmaba así la posibilidad de obtener un arma fuera del circuito regulado de control de las mismas⁷⁵.

La proliferación del comercio ilegal en la “*dark web*”⁷⁶ de componentes de armas resulta de gran interés para organizaciones de-

FIGURA 25: COMPONENTES DE FUSIL DE ASALTO FABRICADOS CON ADDITIVE MANUFACTURING- AM



⁷² Recuperado de <https://3dprint.com/35981/china-pla-navy-3d-printing/>

⁷³ .380 ACP: Se trata de un cartucho de arma corta en calibre 9x17mm, también conocido como “9 corto”.

⁷⁴ Interesante video sobre “The Liberator”: <https://youtu.be/DoPVe7MIY1w>

⁷⁵ “La población civil y la capacidad de fabricar componentes de armas”. Interesante video sobre el tema: <https://youtu.be/lYlGx-48TUI>.

⁷⁶ Dark Web: “Internet oscura”. Se denomina así a una pequeña parte de la “web profunda” (Aquella a la que los buscadores tradicionales no pueden ingresar), pero que además tiene filtros especiales que deliberadamente limitan el acceso a ciertos usuarios. Se ingresa mediante buscadores más sofisticados y programas especiales. Normalmente empleada por delincuentes para la realización de acciones ilícitas y comercialización de efectos prohibidos. Recuperado de <https://brightplanet.com/2014/03/clearing-confusion-deep-web-vs-dark-web/>

lictivas y el terrorismo, las que de esta manera encuentran una forma sencilla de acceder a armas de fuego, bajo la cobertura de simples "Hobbystas". Según un informe producido por *RAND Europe* y la Universidad de Manchester, de **julio de 2017** se han detectado 12 "cryptomarkets" que comercializan desde archivos CAD para la fabricación de piezas, hasta instrucciones detalladas de fabricación de componentes y ensamble de las armas, todo ello por un par de decenas de dólares.⁷⁷

La facilidad de obtención de componentes de armas ya había sido expuesta además por la organización Europea *SMALL ARMS SURVEY*⁷⁸. En **octubre de 2014**, esta presentó ante la "UN First Committee on Disarmament and International Security", un informe denominado "*Behind the curve: New technologies, new control Challenges*"⁷⁹ en el que advertía acerca del impacto de estas nuevas tecnologías sobre la capacidad de registro y control de armas y sus componentes, así como la facilidad de transformar réplicas de armas en armas operativas con el riesgo que todo ello conlleva. Si bien se reconoce que en su estadio actual, la aplicación de esta tecnología en la fabricación de armas funcionales aún no ha alcanzado un grado de maduración suficiente como para resultar una amenaza global, se estima que en no más de una década sí podría serlo.

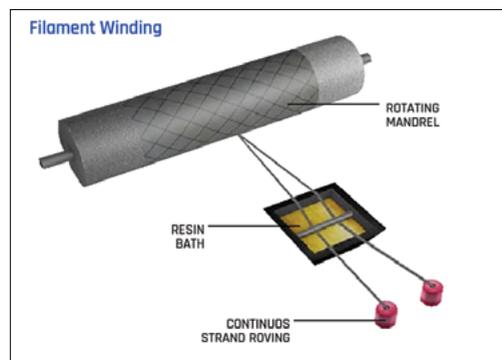
Todo un desafío que deberá ser resuelto en el corto plazo y que genera gran preocupación en el ámbito internacional, a la luz de los atentados cometidos a nivel mundial por el terrorismo global.

B. El Filament Winding (FW)

1. Introducción

El proceso de fabricación denominado "*Filament winding (FW)*" es una técnica para producir componentes estructurales generalmente cilíndricos, que lleva más de 40 años de uso. Muy utilizado en la industria civil, en el ámbito militar se ha empleado para la fabricación de ciertos componentes de armas que no presentan grandes exigencias mecánicas, tales como contenedores de munición, tubos lanzadores e incluso cuerpos de pequeños cohetes y armas antitanque portátiles, en los cuales la reducción del peso resulta vital. El FW consiste básicamente en la utilización de fibras de materiales especiales, las que avl ser extraídas de una bobina son pasadas por un recipiente que contiene algún tipo especial de resinas. Una vez que han sido impregnadas en ella, esas fibras son devanadas alrededor de un mandril rotativo, con un determinado patrón de tensión y orientación debidamente programado, mediante el empleo de algún sistema de CNC.

FIGURA 26: EQUIPO DE FILAMENT WINDING (ESQUEMA BÁSICO)



⁷⁷ Recuperado de <http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-4717586/Cyber-criminals-selling-instructions-3D-printing-guns.html>

⁷⁸ Recuperado de <http://www.smallarmssurvey.org/de/about-us/mission.html>.

⁷⁹ Recuperado de <http://www.smallarmssurvey.org/fileadmin/docs/B-Occasional-papers/SAS-OP32-Behind-the-Curve.pdf>

La **orientación** y, en especial, la **tensión de la fibra** resultan decisivas en el proceso, ya que la compactación de la misma es obtenida por efecto de esa tensión, favorecida además por la acción de las resinas y los diferentes tratamientos térmicos de curado durante el proceso. Todo ello da lugar a determinados valores de porosidad y densidad del material compuesto, que condiciona las características del producto final. Se suelen emplear fibras de: vidrio, carbono, aramídicas, etc. Las resinas pueden ser: epoxy, fenólica, ester polyvinil, polyester, etc.

Tensión y patrón de devanado, **calidad** de las resinas y un riguroso **proceso de curado** del conjunto resultan factores clave en el proceso⁸⁰. La estructura de material compuesto obtenido presenta propiedades mecánicas sorprendentes, con el beneficio principal del menor peso de esos componentes estructurales cilíndricos.

En síntesis, FW es un procedimiento de fabricación suficientemente probado, que mantiene su vigencia gracias a los avances en Investigación y Desarrollo de materiales y procesos de fabricación de fibras de gran resistencia y propiedades mecánicas que superan en algunos casos a los metales.

Se describen a continuación algunos empleos en la fabricación de armamento portátil.

2. FW para tubos cañón de armas con fibra de carbono

La fabricación de cañones de armas en general siempre ha sido un ámbito restringido al empleo de aceros de altas prestaciones mecánicas. Las grandes presiones, temperaturas y efectos erosivos que sufre el ánima de un cañón de arma de fuego automática, concurrentes en tiempos extremadamente breves durante el disparo no hallaron hasta ahora otras soluciones económicamente viables fuera del empleo de los metales, fundamentalmente aceros de alta aleación. Estos garantizan una alta durabilidad y resistencia a la erosión, especialmente el caso de las armas automáticas de empleo militar que demanda una vida útil de decenas de miles de disparos.

Sin embargo, resulta interesante mencionar como verdadera novedad, la aplicación del FW en la fabricación de tubos cañón de armas portátiles. El empleo de fibras de carbono, cuyas propiedades mecánicas y comportamiento frente a las altas temperaturas, han sido extensamente probadas en la industria aeroespacial, promovió la Investigación y Desarrollo en este campo. En los últimos años, fundamentalmente la necesidad de reducción de los pesos en todos los componentes de equipos que debe llevar el soldado individual promovió proyectos para la aplicación del FW en tubos cañón de pequeñas armas.

Uno de los casos destacados es el de la empresa de EUA **PROOF Research**, la que desarrolló y ofrece en su cartera de productos una muy interesante variedad de alternativas para su empleo en cañones de fusiles de precisión en calibres desde .223Rem hasta el .300WM.⁸¹

Esta empresa es la única que ha sido testeada y aprobada por el US ARMY como proveedora de cañones de armas portátiles con tecnología de fibra de carbono. Estos están contruidos con un interior de acero inoxidable, recubierto exteriormente con fibras de carbono de grado aeronáutico, las que además están embebidas en resinas de uso aeroespacial muy resistentes a altas temperaturas.

⁸⁰ Filament winding: Recuperado de <http://nptel.ac.in/courses/112107085/module5/lecture7/lecture7.pdf>

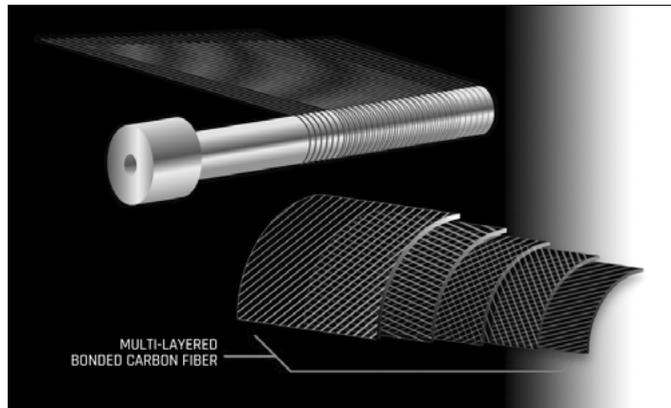
⁸¹ Recuperado de <https://www.proofresearch.com/the-products/barrels/>

La empresa afirma que sus cañones son un 60 por ciento más livianos que sus equivalentes de acero, a iguales dimensiones en diámetro y longitud. Afirma, además, que se garantiza una mayor vida útil de estos, debido a una mejor disipación de la temperatura producida por disparos sucesivos, así como una menor dispersión en los impactos al no depender ella de las temperaturas altas o bajas del cañón⁸². Cabe aclarar que un aspecto no deseado que afecta el punto de impacto en los cañones de acero es la inconsistencia de los disparos por efecto de los cambios de temperatura, lo que no ocurre con los cañones de fibra de carbono.

Esta tecnología da como resultado productos de muy alta calidad, pero que aún resultan onerosos para su empleo militar generalizado. Su mayor difusión se da entre tiradores especiales militares y de seguridad, además de tiradores deportivos en el ámbito civil, específicamente en lo que suele llamarse "*Long range Shooting*". Sólo a modo de ejemplo, un simple tubo cañón en calibre 7.62 milímetros fabricado en estos materiales tiene un valor del orden de los 1.000 dólares, lo cual por ahora lo hace inviable para un arma militar de empleo masivo⁸³.

No obstante ello, podemos afirmar que el empleo de tubos cañón de materiales compuestos *fibras – metales* y la aplicación de un proceso de fabricación suficientemente probado como es el FW, constituye un logro tecnológico destacado en la optimización de prestaciones y performance de las armas, que con nuevos materiales y menores costos finales, probablemente redefinirá el futuro de los tubos cañón de armas de fuego.

FIGURA 27: TUBO CAÑÓN DE FUSIL CON MATERIALES COMPUESTOS (ACERO - FIBRA CARBONO) FABRICADO POR FILAMENT WINDING



3. FW para Tubos de morteros y armas antitanque

La aplicación de esta tecnología en la fabricación de morteros lleva ya varios años. Ampliando lo ya expresado anteriormente en "*Tendencias y Nuevos proyectos de Morteros Livianos*", en la década de los 90, CITEDEF⁸⁴ desarrolló un mortero de 81 milímetros en fibra de carbono. El tubo y la placa base del arma eran de fibra de carbono de uso aeronáutico, mientras que para el afuste, por la complejidad de sus mecanismos móviles, se mantuvo el original en metal. A partir de 2010 en CITEDEF (*Departamento Propulsión*) se comenzó a desarrollar un equipo "prototipo" de FW y el EA implementó un proyecto de Mortero ultraliviano de 60 milímetros (**MORUL**), para explorar las opciones de empleo tanto como arma

⁸² Recuperado de <https://www.proofresearch.com/the-products/barrels/> .

⁸³ Fuente: Recuperado de <https://www.proofresearch.com/the-products/barrels/bolt-action-cf-barrels/>

⁸⁴ CITEDEF (Ex CITEFA): Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa. (República Argentina)

descartable (cinco disparos) o como arma permanente para disparos en bajas cargas⁸⁵. Ese desarrollo permitió incorporar conocimientos y adquirir experiencia en este moderno sistema de fabricación, los materiales y los procesos asociados, siguiendo la tendencia en países desarrollados de avanzar en la implementación de morteros de materiales compuestos. El proyecto del *Picatinny Arsenal*, de un mortero de 81 milímetros que mantiene como ánima del tubo un cilindro de titanio de escaso espesor (0.6 milímetros) con un refuerzo en la recámara de otro cilindro de acero de 100 milímetros de largo y 1.4 milímetros de espesor y todo el conjunto recubierto con fibra de carbono aplicada mediante FW es un caso de gran interés para tomar como referencia⁸⁶.

Respecto de su empleo en armas antitanque, durante años se han utilizado plásticos en la producción de tubos lanzadores, fabricados generalmente por extrusión y moldeo, debido a los menores costos de fabricación y altos estándares de producción.

La limitación del FW continúa siendo la *variable tiempo* de fabricación, que todavía juega a favor de otros métodos de producción más tradicionales. Por similitud a lo expresado con la producción aditiva (AM), en ambos casos, el tiempo requerido para el proceso y los costos de las materias primas, hacen que estos sistemas de fabricación de calidad excepcional, aún estén restringidos a requerimientos de alta tecnología o a escala de prototipo. No obstante ello, el FW muestra hoy avances en el equipamiento específico, los procesos y materiales, así como una creciente aceptación entre los usuarios y se posiciona como una excelente opción en la búsqueda de menores pesos y óptimas prestaciones.

PATENTES

Para el presente trabajo, en el marco de la tarea de Vigilancia Tecnológica que realizamos sistemáticamente en el CEPTM “Mosconi”, recurrimos a herramientas de búsqueda de información disponibles en la web y que resultan de gran utilidad. Particularmente para la búsqueda de *Patentes*, empleamos algunas de esas herramientas en sus versiones de acceso libre y gratuito, tales como: *Espacenet*, *Patent Scope*, *Depatisnet*, *LENS*, *Google Patents*, entre otras. A modo de ejemplo, citamos solo algunas de las innumerables patentes disponibles, de interés particular con el tema desarrollado de las armas portátiles. Para quien desee consultarlas, se ha agregado el correspondiente *Patent Number*.

a. *Safe action: Trigger safety lock for pistols and trigger assembly (2003).*

Mecanismo de disparo de las pistolas Glock que elimina los seguros externos de las armas, mediante un sistema de seguro de accionamiento en la cola del disparador.

> Patent Number: US 20030213159 A1

b. *Pistol with a rotary barrel (2017):* Mecanismo de cierre con cañón rotativo desarrollado para las pistolas Glock. Reduce el retroceso y mejora la precisión del arma, respecto de su diseño original.

> Patent Number: US 20170198993 A1

⁸⁵ Bajas cargas en el caso de un mortero de 60 milímetros se suelen denominar así a la Carga 0 (Proyectil + Cartucho de propulsión solo) y Carga 1 (Proy + Cart Prop + 1 carga suplementaria). Estas cargas dan como resultado valores de Velocidades iniciales de entre 70 y 100m/s y Presiones de cámara máximas de 200Kg/cm2

⁸⁶ Littlefield Andrew. US ARMY RDCOM. (2015). "Lightweight of large caliber weapons, present and future". Recuperado https://ndiastorage.blob.core.usgovcloudapi.net/ndia/2015/armament/tues_17342_Littlefield.pdf

c. *Mortar Round Glide kit (2012)*: Kit que permite transformar una munición convencional de mortero en un proyectil guiado con capacidad de planeo.

> Patent Number: US 8237096 B1.

d. *Mortar projectile with guided deceleration system for delivering a payload (2016)*: Proyectil de mortero que dispone de un mecanismo de desaceleración que le permite ser usado para “entregar” pequeñas cargas a distancia.

> Patent Number: US 9500454 B1

e. *High thermal conductivity light weight gun barrel (2014)*: Cañón liviano con alta conductividad térmica para armas de fuego. Cañón de materiales compuestos que incluye un ánima de acero de bajo espesor, encamisado dentro de otro cilindro de nickel y todo el conjunto reforzado estructuralmente con fibras de carbono con resinas epoxi.

> Patent Number: CN 203798247 U

f. *Systems and methods for composite gun barrel (2016)*: Sistemas y métodos de fabricación de tubo cañón de arma de fuego de material compuesto. Esta patente describe pormenorizadamente las características y disposición de los materiales de cada una de las diferentes capas que componen un cañón de este tipo. Describe, además, diferentes alternativas de disposición de los materiales y orientación de las fibras que se emplean.

> Patent Number: US 20160363402 A1

g. *Lightweight Composite Mortar barrel (2016)*: Tubo de mortero de material compuesto que emplea capas de diferentes materiales dispuestos concéntricamente a lo largo del mismo. Se emplean aleaciones de metales refractarios, todo ello recubierto con fibras embebidas en resinas especiales.

> Patent Number: WO 2016160308 A1

h. *Method of making polymer ammunition cartridges (2016)*: Método de fabricación de vainas de munición de polímero. Esta patente ofrece alternativas para solucionar los inconvenientes que hasta ahora han presentado otros proyectos llevados a cabo para el reemplazo de las tradicionales vainas metálicas en armas de fuego portátiles.

> Patent Number: US 9506735 B1

La búsqueda sistemática y ordenada de patentes es una poderosa herramienta de obtención de información que permite, a través del análisis de estas, conocer cuáles son las nuevas tecnologías y tendencias a nivel mundial. En el caso particular de nuestro trabajo de armamento portátil, observamos un “*esfuerzo inventivo*” orientado hacia: reducción de peso de componentes de armas y municiones; nuevos materiales y procesos de fabricación; mecanismos para optimizar el funcionamiento de determinados sistemas de armas; sistemas de guiado de munición orientado cada vez más hacia los menores calibres; tecnologías y materiales para una mejor disipación de la temperatura, en especial para las armas automáticas; tendencia hacia el empleo de componentes de polímero en reemplazo de los aceros, entre otros.

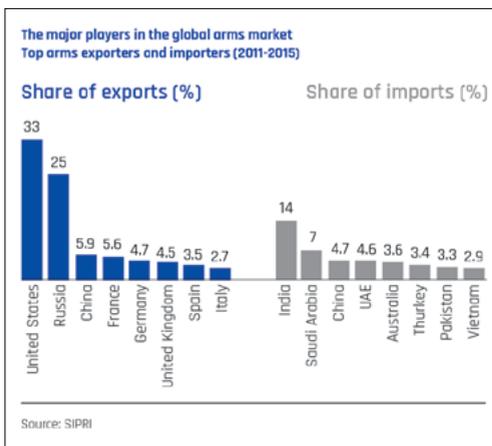
MERCADO: SITUACIÓN GLOBAL Y PROYECTOS REGIONALES

A. Principales países que participan en el mercado del Armamento portátil

No resulta sencillo obtener información precisa acerca de las inversiones que realizan los países para el desarrollo e implementación de nuevas tecnologías que tengan relación directa con el armamento portátil de uso militar y seguridad. La información disponible proveniente de fuentes confiables consolida globalmente los mercados militar y civil, pero incluye además los movimientos de stocks de armamento “surplus”, que son comercializados a países en conflicto o con “necesidades urgentes”. A todo ello se agrega el mercado “no registrado” de armas, muy difícil de mensurar y que obviamente no consta en los reportes oficiales. Lamentablemente, para abastecer las necesidades de los conflictos “no convencionales”, en muchos casos el armamento portátil se comercializa por esos canales irregulares.

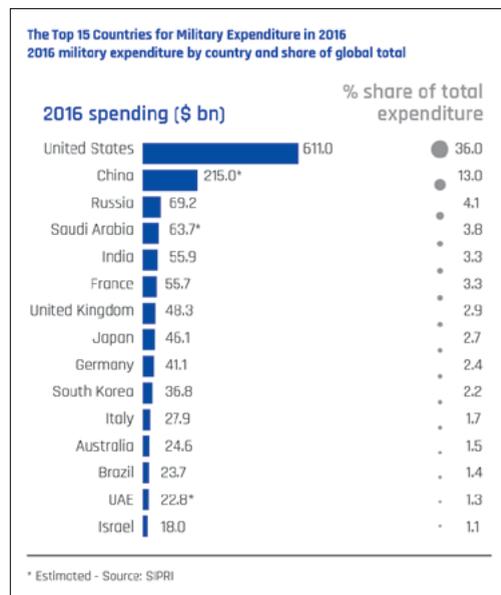
Por ello, dadas las limitaciones de extensión del presente trabajo, realizamos algunas consideraciones acerca del mercado global, a partir de la información existente de los países con **mayor participación en ventas** (Figura 28), así como también los países con **mayores inversiones** (figura 29) en adquisición y modernización de sistemas para la Defensa.

FIGURA 28: PAÍSES QUE LIDERAN EL MERCADO GLOBAL DE SISTEMAS PARA LA DEFENSA. (2011-2015)



Un trabajo muy detallado sobre el particular, es el “*Conventional Arms Transfers to Developing Nations 2008-2015*” producido por el Congressional Research Service (diciembre de 2016)⁸⁷. Considerado por muchos expertos como el más completo y claro reporte “no clasificado” de las ventas globales de armamento convencional proporciona información de gran valor para el Sector Defensa.

FIGURA 29: PAÍSES CON MAYORES INVERSIONES EN ADQUISICIÓN DE SISTEMAS PARA LA DEFENSA. (2016)



⁸⁷ Congressional Research Service. “Conventional arms transfers to developing Nations”. (2016). Recuperado de <https://fas.org/spp/crs/weapons/R44716.pdf>.

Un aspecto interesante para destacar es que del monto total de ventas producidas en un determinado período (2012 / 2015), el **81 por ciento** de estas fueron destinadas a países “En desarrollo - Developing Nations (DN)”⁸⁸.

En valores económicos, el total de ventas a DN en ese período fue de **134 billones de dólares**. Estados Unidos y Rusia son los países líderes en este mercado con el **52 por ciento** de ese total de ventas⁸⁹.

Del análisis de los cuadros citados anteriormente y de la interpretación de noticias en relación con los proyectos que se llevan adelante, observamos que los países líderes en desarrollo de grandes sistemas (buques, blindados, aeronaves, misiles, defensa aérea, sistemas de artillería, etc), en ningún caso descuidan su “**industria menor**”, o sea la de las armas portátiles y su munición.

Estados Unidos, Rusia, China, Francia, Alemania, Gran Bretaña, Israel, Italia, Suecia, India y Turquía, todas ellas participan en mayor o menor grado en el desarrollo de “grandes sistemas de armas” y, además, incursionan o participan muy activamente fabricando y comercializando componentes o subsistemas en el campo de las armas portátiles. Según lo informado por el “*Stockholm International Peace Research Institute – SIPRI*”, los cinco primeros concentran el 74 por ciento del mercado total de armas⁹⁰.

Pero también es interesante analizar casos como el de **Suecia** y su empresa **SAAB**. Líder indiscutido en el desarrollo de sus afamadas armas antitanque Carl Gustaf, NLAW y AT4, o sus MANPADS⁹¹ RBS70, también participa activamente en el mercado aeronáutico con sus modernos cazabombarderos SAAB 39 - GRIPPEN. Otro caso es el de **España**, que se ha enfocado en determinados “nichos de mercado” específicos, como puede ser el de las armas Antitanque (**Instalaza**) y los morteros (**EXPAL**). Algo similar ocurre con **Israel**, que se ha especializado en electrónica de avanzada para los sistemas de control-tiro de blindados, o los reconocidos misiles antitanque de la familia SPIKE, sistemas de defensa aérea, drones con capacidad letal, protección activa para blindados (TROPHY), así como una variada producción de armamento portátil, con sus prestigiados fusiles GALIL, TAVOR y las ametralladoras livianas NEGEV. Y todo ello “probado en combate”.

Teniendo en cuenta que en el presente trabajo destacamos la proliferación de *conflictos del tipo irregular*, resulta de interés citar lo informado por **SIPRI**, acerca de que se han detectado *ocho importantes grupos rebeldes compradores de armas* en el período 2011/2015. Sin embargo, ninguno de ellos ha adquirido armamento por montos superiores al 0.02 por ciento del total consolidado⁹².

Ello permite deducir que la proliferación de armas en grupos irregulares, que parece poco significativa en términos económicos, genera sin embargo un enorme esfuerzo operacional, logístico y en vidas humanas, para países que conforman coaliciones y despliegan sus organizaciones militares para hacer frente a esta amenaza global.

88 El informe citado anteriormente, clasifica a los países incluidos como “Developing Nations” a todos los países excepto: EUA, Rusia, Comunidad Europea, Canadá, Japón, Australia y Nueva Zelanda.

89 Congressional Research Service. “Conventional arms transfers to developing Nations”. (2016). Recuperado de <https://fas.org/srgp/crs/weapons/R44716.pdf>

90 SIPRI Yearbook 2016. “Armaments, disarmament and international security” (2016). Recuperado de <https://www.sipri.org/sites/default/files/YB16-Summary-ENG.pdf>

91 MANPADS: Man Portable Air Defense System.

92 Recuperado de SIPRI Yearbook 2016. “Armaments, disarmament and international security”

Sólo a modo de ejemplo, aproximadamente el 60 por ciento de las 3500 bajas sufridas por la Coalición en Afganistán (2001/2017), han sido por efecto de IEDs y enfrentamientos con pequeñas armas como fusiles, ametralladoras, armas antitanque y morteros⁹³. Se trata de una información no muy conocida, pero que resulta de gran interés cuando se deben tomar decisiones acerca de asignaciones presupuestarias específicas.

B. Principales Proyectos / desarrollos de Armamento portátil en el marco regional

- 1. Brasil:** Su empresa estatal IMBEL. En los últimos años ha desarrollado una nueva familia de fusiles de asalto IA2 en calibres 7.62 y 5.56 milímetros, de fabricación íntegramente nacional, en remplazo de los IMBEL - FAL (Lic FN). Ha desarrollado además un kit de conversión para las armas citadas, en calibre 22lr para fines de adiestramiento. Continúa la modernización de sus líneas de producción de munición de armas portátiles, de morteros (60 a 120 milímetros) y de artillería (105 y 155 milímetros)⁹⁴.
- 2. Chile:** Su empresa estatal FAMAE (Fábricas y Maestranzas del Ejército). Lo más destacado de sus desarrollos en el rubro, es la instalación de línea de montaje del moderno fusil GALIL ACE, bajo licencia IMI (Israel) en calibre 5.56 milímetros. Continúa además con la modernización de fusiles SIG 540 y 542 (Austria). Avanza en mejoras a las capacidades de producción de sus líneas de munición en calibres 7.62 y 5.56 milímetros⁹⁵.
- 3. Perú:** Su empresa estatal FAME (Fábrica de Armas y Municiones del Ejército) lleva adelante contratos para el montaje de modernas pistolas de uso militar y seguridad, que emplean componentes de polímero. Estas armas son: CZ P – 09 (Ceska Sbrojovka – Checoslovaquia) y la HS 9 (HS Produkt – Croacia). Desde hace unos años, este país se encuentra gestionando el reemplazo de sus fusiles de asalto FN FAL. Algunas medidas han sido la adquisición de una importante cantidad de modernos fusiles SCAR (FN – Bélgica), uno de los mejores exponentes en cuanto a modularidad e innovación en su diseño, con la finalidad de realizar rigurosas pruebas operacionales. Continúan además mejorando las capacidades de producción en sus líneas de munición calibres 7.62 y 9 milímetros⁹⁶.

C. Principales Proyectos / Desarrollos nacionales de armamento portátil

- 1. DGFM:** La empresa estatal de Defensa lleva adelante, a requerimiento del EA, el proyecto de modernización del fusil FAL, aún en escala de prototipo y en etapa de evaluación. Durante el año 2016, se anunció un posible Contrato con la firma BERETTA (Italia), para el montaje de una línea de fabricación de pistolas PX4 (Cal 9 milímetros) y fusiles ARX 200 (Cal 7.62 milímetros)⁹⁷. Ambas armas de moderna concepción y diseño, son modulares⁹⁸ y emplean polímero en muchos de sus componentes, lo cual reduce su peso siguiendo las tendencias actuales en el rubro. Se desconoce el estado actual del citado proyecto que permitiría la renovación de los fusiles y pistolas provistos actualmente y que tienen más de 50 años de servicio.

⁹³ Fuente: casualties.org. Recuperado de: <http://icasualties.org/OEF/index.aspx>

⁹⁴ Recuperado de <http://www.imbel.gov.br/index.php/#produtosscroll>

⁹⁵ Recuperado de <http://www.famae.cl/armamento-menor/>

⁹⁶ Recuperado de <http://www.famesac.com/productos-y-servicios-2/armas/200-hs-produkt>

⁹⁷ Recuperado de <http://www.infodefensa.com/latam/2016/12/13/noticia-fabricaciones-militares-argentina-fabricara-armamento-italia-no-licencia.html>

⁹⁸ Posibilidad de distintas configuraciones en calibre y largo de cañón, así como la opción de agregado de accesorios.

Como se mencionó anteriormente, el desarrollo de **morteros ultralivianos** de 60 milímetros, de materiales compuestos, que el EA lleva adelante con la participación de CITEDEF, es otra interesante alternativa que se debería continuar.

El proyecto de **blindajes cerámicos compuestos** multicapa, iniciado en CITEDEF y actual- mente en el ámbito de la Escuela Superior Técnica del Ejército, ha alcanzado un grado de desa- rrollo tal, que permitiría avanzar hacia la fabricación nacional de paneles balísticos cerámicos compuestos, de empleo personal y vehicular.

El conocimiento y experiencia adquirida en CITEDEF, en relación con las modernas técnicas de **fabricación aditiva (AM)**, además del equipamiento disponible en ese Instituto, deben ser aprovechadas para su aplicación en proyectos del área.

CONSIDERACIONES FINALES

Según un informe de **ARMS CONTROL.org**, denominado “*Small Arms and Light Weapons: Controlling the real instruments of war*”, de los 49 conflictos de magnitud ocurridos entre 1990 y 1998., en 46 de ellos los actores principales fueron los fusiles, las ametralladoras, los morteros y las armas antitanque (la guerra del Golfo es una de las excepciones). En ese lapso se produjeron cuatro millones de víctimas fatales y 20 millones de refugiados o desplazados⁹⁹. Las guerras Estado – Estado han dado lugar a una enorme cantidad de conflictos de menor magnitud, pero en general de muy larga duración. Es que las armas portátiles son de relativamente fácil obtención, tanto en los mercados legales como ilegales, con la particularidad, además, de que permiten formar combatientes que aún con escasa preparación para el combate, alcanzan igualmente un aceptable efecto letal.

El “*síndrome del Estado fallido*”¹⁰⁰ que se desperdigó por el mundo desde la caída de la Ex URSS, y otros conflictos en Asia y África, revolucionarios, secesionistas, étnicos, tribales, religio- sos, etc., motivaron que las fuerzas regulares de los países repensaran la manera en que deben prepararse para combatir en escenarios de guerra que no tienen mucho que ver con las hipó- tesis de conflicto para las cuales se habían preparado durante años, tanto en instrucción como en equipamiento y doctrina de empleo. A la fecha, esa tendencia se mantiene y se estima que continuará en crecimiento.

Obviamente, la posibilidad de un conflicto de magnitud entre países o coaliciones continúa vigente, pero lo cierto es que el avance tecnológico alcanzado por las grandes potencias y el tremendo poder destructivo de sus sistemas de armas estratégicos, genera en sí mismo un poder disuasivo que actúa como “contención” para los posibles contendientes. Pero el conflicto sigue existiendo y entonces las batallas se libran y posiblemente se librarán de otra manera. La guerra **Rusia – Ucrania** es un ejemplo actual de cómo se sostiene una guerra entre estados, en la que una superpotencia militar interviene en otra nación soberana, bajo la “cobertura” de un conflic- to separatista. El muy complejo escenario del **conflicto de Siria**, fundamenta aún más lo expresado y también allí, las armas livianas fueron los actores principales del conflicto. Se plantea entonces que las Fuerzas Armadas de los países deben estar conformadas por organizaciones que tengan una gran flexibilidad, para hacer frente a cualquiera de las alternativas de empleo.

En ese contexto y enmarcados en el tema del presente trabajo, relacionado con la **vigencia de las armas portátiles**, podemos concluir:

⁹⁹ Recuperado de <https://www.armscontrol.org/print/391>

¹⁰⁰ Recuperado de <https://www.armscontrol.org/print/391>

- > Las **pequeñas fracciones** operarán de manera cada vez más independiente, a mayores distancias de sus elementos de comando, sostenidas por un eficiente sistema de comunicaciones y control. Como consecuencia de ello, requerirán más capacidad de fuego de apoyo orgánico, a mayores distancias, por lo que las ametralladoras, las armas Atan de propósito general y los morteros seguirán cumpliendo un rol fundamental.
- > Probablemente los **calibres de los fusiles de asalto** NATO (5.56 y 7.62 milímetros) sean reemplazados por un único cartucho de calibre intermedio (de la familia de los 6.5 milímetros), que cumpla eficientemente los requerimientos de alcance y energía remanente que demandan los escenarios actuales y, en particular, la generalización del empleo de modernos chalecos antibalas por las tropas regulares e incluso insurgentes.
- > La posibilidad de dotar de **guiado a la munición de pequeño calibre** es un desafío verdaderamente “revolucionario”, que necesariamente modificará la organización y la doctrina de empleo. En la transición, los avances en los sistemas optoelectrónicos “todo tiempo” de asistencia a la puntería, harán cada vez más precisos los disparos del soldado individual, al punto que se discute actualmente la necesidad y eficacia del fuego automático “de supresión”, que genera enormes consumos de munición con pobres resultados concretos en letalidad.
- > Las **armas antitanque** probablemente migrarán hacia **Armas de Asalto Multipropósito**, al estilo del proyecto de EUA “*MOAW - Massive Overmatch Assault Weapon*”, o de la familia de lanzacohetes RPG de Rusia y sus clones chinos. Podrían, asimismo, asumir las misiones de fuego hoy asignadas a los Lanzagranadas de 40 milímetros.
- > La **munición guiada de morteros** resultará vital para la ejecución de fuegos muy precisos que demanden poco consumo de munición, aumentando además la supervivencia de las piezas. Los kits de guiado para munición 60 y 81 milímetros son la alternativa más promisoría, por su excelente relación costo / efecto. Y, además, minimizar el daño colateral resulta cada vez más necesario.
- > El empleo de **drones** acompañando a las patrullas y ejecutando misiones de observación, exploración y adquisición de blancos resultará vital. La guerra Rusia – Ucrania demostró la utilidad de los *UAV* como multiplicador de la capacidad de combate de las unidades¹⁰¹.
- > La reducción de los pesos de las armas y municiones seguirá siendo un tema crítico para los tecnólogos y desarrollistas. Los aceros han dominado el campo del armamento por más de 100 años, pero el empleo de nuevos materiales, el uso de polímeros, fibras sintéticas y materiales cerámicos en componentes de armas, convivirán y finalmente reemplazarán a los aceros. Propulsantes con mejores propiedades energéticas, cartuchos sin vaina o con vaina consumible, así como modernos sistemas de fabricación (AM – FW, etc), serán algunos de los aspectos contribuyentes a obtener armas más livianas.

Considero interesante exponer, además, la “visión” de la **Industria del Sector Defensa**. De acuerdo a lo expresado en el “*2017 Armament Systems Forum*” de la National Defense Industrial Association de Estados Unidos, los **principales desafíos** que observan las empresas, para el desarrollo de las nuevas generaciones de Armamento, tanto portátiles como grandes sistemas, que demandarán los elementos de combate, son¹⁰²:

¹⁰¹ Dr Phillip A. Karber. Potomac Foundation.(May 2015). “Lessons learned from Russo – Ukrainian war”.

¹⁰² National Defense Industrial Association. “2017 – Armaments Systems Forum”.

- a. **Modularidad:** Plataformas modulares y sistemas “multirole”. Tanto los grandes como los pequeños sistemas. Desde la pistola o el fusil, hasta el tanque de batalla.
- b. **Arquitectura abierta:** adaptabilidad para incorporar nuevas tecnologías y funciones, que se presentan en plazos cada vez más breves.
- c. **Transición adecuada** y racional desde lo heredado hasta la próxima generación.
- d. Creación de **nuevas capacidades** a la luz de las “lecciones aprendidas” que surgen del despliegue y empleo operacional de los sistemas de armas en uso. En muchos casos, esas capacidades pueden ser obtenidas con mejoras a sistemas ya existentes.

Finalmente, lo desarrollado en este trabajo es sólo un ajustado resumen que puede y debe ser ampliado y profundizado en todos los ítems. El empleo masivo del armamento portátil en los conflictos actuales aporta cada día nueva información de gran utilidad proporcionada por los combatientes. Esta se encuentra disponible en la web, en informes oficiales o en trabajos de investigadores, realimentando el proceso virtuoso de mejora continua.

El profesional militar y el desarrollista en el ámbito de Investigación y Desarrollo para la Defensa deben buscar con avidez esta información y nutrirse de ella. Adecuadamente analizada, nos muestra la tendencia en los países líderes y siempre resultará de utilidad al momento de brindar asesoramiento técnico – operacional, imprescindible para adoptar decisiones acerca de proyectos de desarrollo u obtención de nuevo equipamiento.

En países como el nuestro, con escasos presupuestos y sistemas de armas que requieren modernización o recambio, hay muchos proyectos que se podrían implementar con la finalidad de mejorar las capacidades de combate básicas de nuestros soldados en las menores fracciones de la organización. Pero para ello, es imprescindible previamente “incorporar conocimiento de excelencia”, a través de la formación específica en tecnologías de avanzada, de nuestros profesionales militares y civiles relacionados con Investigación y Desarrollo para la Defensa.

*A modo de Reflexión final extractado del libro “Future weapons” - Kevin Dockery (2007): “Las armas livianas no son armas de gran escala, todas ellas pueden ser llevadas en las manos del más modesto de los soldados, pero son las herramientas que ese hombre usa para combatir y sobrevivir. Ese soldado, es el eslabón final de la cadena letal de una organización militar. Y las armas que coloquemos en sus manos, junto con su espíritu de lucha, son las que lo llevarán a la victoria.”*¹⁰³

BIBLIOGRAFIA Y FUENTES

- > Board of Army Science and Technology. (2003). “*Making the soldier decisive on future battlefield*”. Recuperado de <http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a584601.pdf>.
- > Schatz Jim. National Defense Magazine. (2015). “*US military losing edge on small arms*”.
- > Tadjeh Yasmin. National Defense Magazine. (2017). “*Battlefield 2050: Army Prepares for Future Fights*”.
- > Major Ehrhart Thomas P. US Army. School of Advanced Military Studies. (2009) “*Increasing Small Arms Lethality in Afghanistan*”.
- > Drummond N. - Williams A. (2009). “*Biting the bullet*”. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/219046148/Biting-the-Bullet-by-Nicholas-Drummond-and-Anthony-G-Williams-October-2009>.

¹⁰³ Traducción libre extractado de Dockery Kevin. (2007). “Future weapons”. NY - Berkley Caliber.

- > Arms Control Association (1998). “*Small Arms and light weapons: Controlling the real instruments of war*”. Recuperado de <https://www.armscontrol.org/print/391>
- > JDW. Janes defense.com. Anthony G Williams & Nicholas Drummond (2009). “*Time to bite the bullet over under fire ammo*”.
- > Potomac Foundation. (2015). “*Lessons learned from Russian - Ukranian war*”.
- > Congressional Research Service (2016). “*Conventional arms transfers to developing countries*”. Recuperado de <https://fas.org/sgp/crs/weapons/R44716.pdf>
- > Dockery Kevin. (2007). “*Future Weapons*”. Ed Berkley.
- > National Defense Industrial Association (2017). “*2017-Armaments Systems Forum*”.
- > National Intelligence Council . (2017). “*Global Trends and key implications through 2035*”.
- > Raytheon (2016). “*Future warfare: Cultivating emerging technologies*”. Recuperado de http://www.raytheon.com/news/rtnwcm/groups/corporate/documents/content/rtn_303213.pdf.
- > Dumn James - DARPA (2014). EXACTO Program. (Extreme Accuracy Tasked Ordnance). Recuperado de <https://www.darpa.mil/program/extreme-accuracy-tasked-ordnance>
- > Small Arms Survey, Graduate Institute of International and Development Studies. (2015). “*Behind the curve: New Technologies. New control challenges*”. Recuperado de <http://www.smallarmssurvey.org/fileadmin/docs/B-Occasional-papers/SAS-OP32-Behind-the-Curve.pdf>
- > Stockholm International Peace Research Institute .SIPRI (2015). “*Arms Production*”.
- > Recuperado de <https://www.sipri.org/research/armament-and-disarmament/arms-transfers-and-military-spending/arms-production#expanded>.
- > SIPRI. (2016). “*Military Expenditure 2016*”. Recuperado de <https://www.sipri.org/research/armament-and-disarmament/arms-transfers-and-military-spending/military-expenditure>.
- > Mellor Stephen, Liang Hao, Zhang David. (2010). “*Additive Manufacturing: A Framework for Implementation*”. Universidad de Exeter. Recuperado de <https://ore.exeter.ac.uk/repository/bitstream/handle/10871/22191/Additive%20Manufacturing%20A%20Framework%20for%20Implementation.pdf;sequence=1>
- > “*Additive manufacturing on aerospace, defense & space Conferencie*”. London (UK) Feb 2017.
- > “*Additive Manufacturing: On the cusps of an aerospace defense and space revolution*”. Recuperado de https://plsadaptive.s3.amazonaws.com/gfiles/_edK0119037_defence_iq_infographic.pdf?response-content-type=application/pdf&AWSAccessKeyId=AKIAI CW 5IOYOPOZOU3TQ &Expires =1508198776&Signature=n4ggUeEUdgQs24Xl 7tdZdy hpzK 0%3D.
- > LISSAK Ormond (1911)– West Point Military Academy. “*ORDNANCE AND GUNNERY*”.

(*) **Juan Carlos Villanueva** es Ingeniero Militar de la especialidad Mecánica - Armamentos y Oficial retirado del Ejército Argentino con el grado de Coronel de Infantería. Es Paracaidista Militar y Veterano de la Guerra de Malvinas.

Es especialista en Gestión Tecnológica (Instituto Tecnológico Buenos Aires - ITBA y Master Executive en Gestión de Empresas Tecnológicas (Doble titulación EOI -España/ITBA). Ocupó cargos en Fábricas Militares (DGM) con responsabilidad en la fabricación de armamentos y munición, en el ámbito de proyectos militares en el Estado Mayor Conjunto de las Fuerzas Armadas, en el Estado Mayor General del Ejército y en CITEDEF. Actualmente se desempeña como Analista de Armamentos en el CEPTM “GrI MOSCONI.